سلسلة العلوم المبسطة

طبيعة الهواء والطيران





إليكَ قائمةً بالأشياءِ التي تَلزَمُكَ لإجراءِ الاختبارات الواردةِ في هذا الكتاب ، ولعَلَّ مُعظَمَها مُتوافِرٌ لَديكَ حاليًّا .

شَمْعة
أُنبوب مطاطيّ
خيوط رَفيعة وثخينة
فِلّينة ومِكَبٌ (بَكَرَةٌ) خُيوط
قَوارير (قَناني) ومَرْطَبانات مُختلِفةُ الحُجوم
كُؤُوس أو أكواب
طَاسٌ كَبير أو سَطْل
قِطَعٌ من الخَشَب وشَرائح الخَشَب
قِمْعٌ صَغير
شَريطٌ لاصِقٌ وصَمْغ



طينٌ لَدائني (بلاستيسين)
بالون
عُلَب مَعْدِنية صَغيرة
صَفائحُ قَصدير
مِنْفاخ (مِضَخّة) دَرّاجة وَصِمامُ ضَبْط
كُرةُ لعِب أو الغِلاف الداخلي لِكُرة قَدَم
قَصَباتُ غابٍ أو قُضبانُ خَيْزُران
قَشّاتُ شُرْب
وَرَقُ زُجاج
مِنْديلٌ كَبير
طابَتا تِنِس
وَرَقٌ صَقيلٌ مَتين
مَسامير
دَبابيس

ما طبيعةُ الهواء ؟ هل يُمكِنُ وَزْنُه ؟ لِماذا تَهُبُّ الرِّيح ؟ كَيفَ تَرتفِعُ الطائرةُ في الهَواء ؟ ولِماذا يَلْبَس رائدُ الفَضاء بِزَّةً خاصَّة ؟

في هذا الكِتاب المُمتِع تَجِدُ الأجوبةَ عَن هذهِ الأَسئلةِ وكَثيرٍ غيرِها عن طَبيعةِ الهَواءِ وخَواصِّهِ وضَرورتِه لِلحياة . كَما نأمُلُ أنكَ ستتعَلَّمُ أيضاً الطريقةَ العِلْميَّةَ التي سَلَكها العُلماء في إجابَتِهم عن هذه الأَسئلة — طَريقةَ الكَشفِ بالتجارِب والاختبارات .

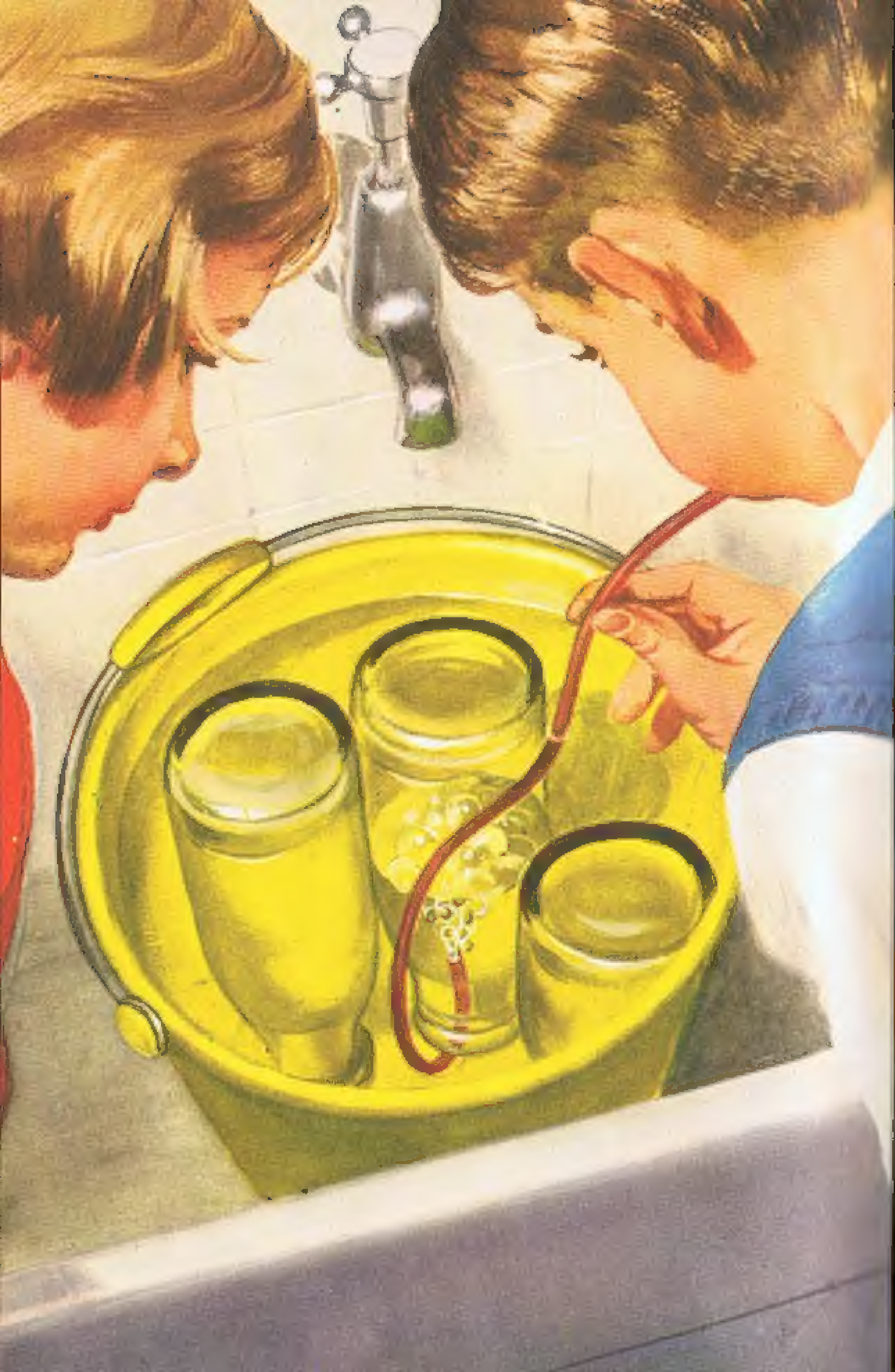
جَميعُ الموادِّ التي ستَحتاجُ إلَيها في تَجارِبكَ بَسيطَةٌ ومأمُونَةُ الاستِعمال ، وكلُّها مُتوافِرة يَسهُلُ الحُصولُ علَيها .

طبيعة الهواء والطّيران

تأليف : ف. نيوونغ وَريتشارد بوود
نقله الى العربيّة : أحمد شفيق الخطيب
وَضع الرسوم : ج . هـ . وينغفيلد



مكتبة لبنان



الهواء ضروري لنا

لِماذا يَلْبَسُ ٱلرائِدُ ٱلفَضائيُّ بِزّةً خاصّةً حينَما يَطيرُ إلى ٱرتفاعاتٍ تَتجاوزُ جَوَّ الأرضِ ؟ ولماذا يَلْبَسُ غَوّاصُو الأَعماقِ بِزّاتٍ مُماثِلةً ؟ كَيْفَ تُحلِّقُ الطائرةُ في ٱلجَوِّ ؟ وكَيفَ تَهُبُّ ٱلرِّياحُ ؟

كُلُّ هَذِهِ الأَسئلةِ تتعلَّقُ بٱلهواءِ ، ٱلذي لا لَونَ ولَا طعْمَ ولا رائحةَ لَه وٱلذي لا نَستَطيعُ ٱلحياةَ بِدُونِه . إنّ العُلماءَ ٱلذينَ يُصَمِّمونَ البِزّاتِ الفَضائيّةَ أو أَلْبِسَةَ ٱلغَوْصِ أو الطائراتِ يَحُلُّونَ المَشاكِلَ ٱلمتعلِّقةَ بالهواء بإجراء التجارِبِ والٱختِبارات . وفي هذا الكتاب ، أَنتَ أيضًا ستَستَطيعُ كَشْفَ ٱلكثيرِ عَن طَبيعةِ ٱلهواء وخواصِّهِ بالتَّجرِبَةِ والٱختِبار ، كما يَفْعَلُ العُلَماءُ .

الإنسانُ لا يَستَطيعُ ٱلعَيشَ دُونَ هَواء ، تمامًا كما أنّ ٱلسَّمكةَ لا تَستطيعُ العيشَ خارجَ ٱلماء ، لِذلكَ لا بُدَّ لِرُوّادِ ٱلفَضاءِ وغَوّاصي ٱلأَعماقِ من أَخْذِ مُؤُونَتِهم مِنَ الهواءِ مَعَهم . نَحنُ نَتنَفّسُ ٱلهواءَ بٱستِمرار نِيامًا كُنّا أو مُستَيقِظين . أحيانًا نَتنَفّسُ بعُمْقٍ وأحيانًا نَتَنفّسُ بِرِفْقٍ وبإمكانِكَ قِياسُ كَمِّيّةِ ٱلهواء ٱلتي تَتنَفّسُها .

سَتَحتاجُ إلى طَسْتٍ أو سَطْلٍ مَليءٍ بالماء وبَعضِ قناني الحليب الفارغة من سَعَةِ نِصفِ لِتر وأُنبوبٍ منَ ٱلمَطّاطِ . املأْ ٱلقناني تحتَ ٱلماءِ وأَبقِها مَقلوبَةً في ٱلطَّسْت .



أَدخِلْ طَرَفَ أُنبوبِ ٱلمَطّاطِ تحتَ فُوّهَةِ إحدَى ٱلقناني ثُمَّ خُذْ نَفَسًا عَميقًا وٱزْفِرْ في طَرَفِ أُنبوبِ ٱلمَطّاطِ ٱلسّائب . إنّ الهواءَ ٱلمَزفورَ سيَطرُدُ ٱلماءَ منَ ٱلقِنّينةِ . حالَما تَمتلِئُ قِنّينةٌ بالهواءِ ، انقُلْ طرَفَ الأُنبوب إلى فُوّهةِ ٱلقِنّينةِ ٱلمَقلوبةِ ٱلثانيةِ ثُمَّ تابِعِ ٱلنَّفخَ . بِهَذِهِ ٱلطريقةِ تَستطيعُ قِياسَ كَمِّيّةِ ٱلهَواءِ ٱلتي زَفَرْتَها .



الهواءُ جِسْمٌ ماديٌّ حقيقيّ

لإجْرَاءِ هَذِهِ ٱلتَّجْرِبَةِ تَحْتَاجُ إلى قِمْعٍ صَغِيرٍ وقَارُورَةٍ « قِنِّينَةٍ » وبَعْضِ ٱلطِّينِ ٱللَّدائِنِيِّ « ٱلبلاستِيْسِين » . املإِ ٱلقَارُورَةَ حَتَّى ثُلُثَيْها بِٱلمَاءِ مُسْتَخْدِمًا ٱلقِمْعَ ، ثُمَّ ثَبِّتِ ٱلقِمْعَ بِٱلبلاستِيْسِيْن حَوْلَ فُوَّهَةِ ٱلقَارُورَةِ بإِحْكامٍ لِمَنْعِ نُفُوذِ ٱلهواءِ بَيْنَهُما . أَعِدْ صَبَّ ٱلمَاءِ في ٱلقِمْعِ بِعِنَايَةٍ ولاحِظْ أَنَّ ٱلمَاءَ يَبْقَى في ٱلقِمْعِ ، وَقَدْ تَسْقُطُ مِنْهُ في بَادِئِ ٱلأَمْرِ دَفَقَاتٌ صَغِيرَةٌ مُتَقَطِّعَةٌ . خُذْ مِسْمَارًا طَوِيلاً وَٱثْقُبْ بِهِ ٱلبلاستِيْسِين حَوْلَ ٱلقِمْعِ . ارفَعِ ٱلمِسْمَارَ ولاحِظْ مَا يَحْدُثُ .

وَإِلَيْكَ تَجْرِبَةً بَسِيطَةً ثَانِيَةً . املأْ طَسْتًا بِٱلمَاءِ ثُمَّ خُذْ كَأْسًا وَٱغْمُرْها في ٱلمَاءِ. اجعَلْها تَمْتَلِئُ تَمامًا وامْسِكْها بإِحْدَى يَدَيْكَ بِحَيْثُ تَبْقَى فُوَّهَتُها تَحْتَ سَطْحِ ٱلمَاءِ . الآنَ خُذْ كَأْسًا ثَانِيَةً (بِٱليَدِ ٱلأُخرى) وَنَكِّسْها في ٱلمَاءِ جَاعِلاً فُوَّهَتَها تَحْتَ فُوَّهَةِ ٱلكَأْسِ ٱلأُولى وأَمِلِ ٱلكَأْسَ ٱلثَّانِيَةَ قَلِيلاً لِتَتَصاعَدَ مِنْها فَقَاقِيعُ ٱلهَواءِ إلى ٱلكَأْسِ ٱلأُولى . لاحِظْ كَيْفَ تَطْرُدُ فَقَاقِيعُ ٱلهَواءِ ٱلصَّاعِدَةُ ٱلمَاءَ مِنَ ٱلكَأْسِ ٱلأُولى بَيْنَما تَمْتَلِئُ ٱلكَأْسُ ٱلثَّانِيَةُ بِالمَاءِ تَدْرِيجِيًّا .

تُبَيِّنُ لَنَا هَاتَانِ ٱلتَّجرِبَتانِ أَنَّ ٱلهَواءَ جِسمٌ مَادِيٌّ حَقِيقِيّ يَشْغَلُ حَيِّزًا . فَٱلمَاءُ يَسْرِي عَبْرَ ٱلقِمْعِ إلى ٱلقَارُورَةِ (لِلْحُلُولِ مَحَلَّ ٱلهَواءِ فِيها) إِذَا كَانَ لِهَوائِها مَنْفَذٌ يَخْرُجُ مِنْهُ ، كَثَقْبِ ٱلمِسْمَارِ عَبْرَ البلاستِيْسِيْن مَثَلاً . وَفي ٱلتَّجْرِبَةِ ٱلثَّانِيَةِ أَفْسَحَ مَاءُ ٱلكَأْسِ ٱلأُولى حَيِّزًا لِلْهَواءِ ٱلمُتَصَاعِدِ مِنَ ٱلكَأْسِ ٱلثَّانِيَةِ . وَهَذا يُفَسِّرُ ٱلسَّبَبَ في ضَرُورَةِ إِحْداثِ ثَقْبَيْنِ (مُتَقَابِلَيْنِ) في عُلْبَةٍ مَسْدُودَةٍ بإِحْكَامٍ لِصَبِّ ٱلسَّائِلِ مِنْها – وَاحِدٍ لِخُرُوجِ ٱلسَّائِلِ وَٱلآخَرِ لِدُخُولِ ٱلهَوَاءِ لِيَحُلَّ مَحَلَّهُ .





« خَفِيفٌ كَالْهَوَاءِ »

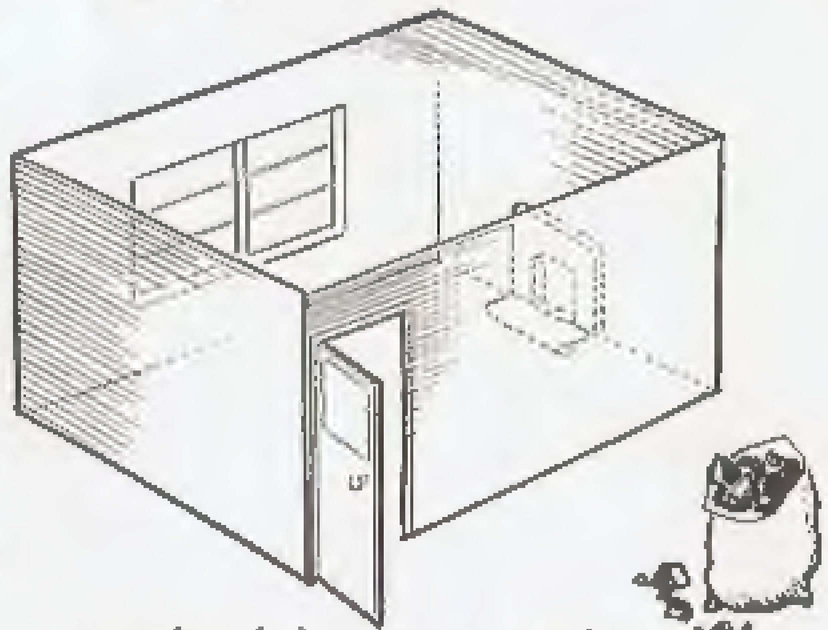
لَقَدْ وَجَدْنَا فِي ٱلتَّجْرِبَتَيْنِ ٱلسَّابِقَتَيْنِ أَنَّ ٱلْهَوَاءَ جِسْمٌ مَادِّيٌّ حَقِيقِيٌّ ، فَلَا بُدَّ وَٱلْحَالَةُ هَذِهِ أَنْ يَكُونَ لَهُ كُتْلَةٌ وَوَزْنٌ . السُّؤَالُ إِذَنْ : هَلْ لِلْهَوَاءِ وَزْنٌ ؟ لِلْجَوَابِ عَلَى هَذَا ٱلسُّؤَالِ لَابُدَّ لَنَا مِنْ مِيزَانٍ . يَسْتَخْدِمُ ٱلْعُلَمَاءُ فِي تَجَارِبِهِم مَوَازِينَ دَقِيقَةً خَاصَّةً ، لَكِنَّكَ تَسْتَطِيعُ صُنْعَ مِيزَانٍ بَسِيطٍ تَزِنُ بِهِ ٱلْهَوَاءَ بِدِقَّةٍ كَافِيَةٍ .

خُذْ قِدَّةً (أَوْ شَرِيحَةً) خَشَبِيَّةً خَفِيفَةً طُولُهَا حَوَالَى ٱلْمِتْرِ وَجِدْ مَرْكَزَ ثِقْلِهَا بِمُوَازَنَتِهَا عَلَى إِصْبَعِكَ . اثْقُبِ ٱلْقِدَّةَ فِي نُقْطَةِ ٱلتَّوَازُنِ وَعَلِّقِ ٱلْقِدَّةَ بِخَيْطٍ عَبْرَ ذَلِكَ ٱلثَّقْبِ ، فَتَحْصُلَ عَلَى عَاتِقِ ٱلْمِيزَانِ . اثْقُبْ طَرَفَيِ ٱلْقِدَّةِ قَرِيبًا مِنْ نِهَايَتَيْهَا وَعَلِّقْ مِنْ أَحَدِ ٱلطَّرَفَيْنِ عُلْبَةً مَعْدِنِيَّةً بِثَلَاثَةِ خُيُوطٍ . أَفْرِغِ ٱلْهَوَاءَ مِنَ ٱلْغِلَافِ ٱلدَّاخِلِيِّ ٱلْمَطَّاطِيِّ لِكُرَةِ قَدَمٍ (أَوْ لِطَابَةِ لَعِبٍ كَبِيرَةٍ مِنَ ٱلنَّوْعِ ٱلَّذِي يُنْفَخُ) وَسُدَّ أُنْبُوبَتَهُ بِصِمَامٍ مُحْكَمٍ (كَمَا فِي ٱلرَّسْمِ ٱلْمُقَابِلِ) . عَلِّقِ ٱلْغِلَافَ ٱلْمَطَّاطِيَّ مِنْ طَرَفِ ٱلْقِدَّةِ ٱلْآخَرِ .

أَضِفْ إِلَى ٱلْعُلْبَةِ ٱلْمَعْدِنِيَّةِ مِنَ ٱلرَّمْلِ أَوْ حَبَّاتِ ٱلْأَرُزِّ أَوْ سِوَى ذَلِكَ مَا يَكْفِي لِمُوَازَنَةِ ٱلْغِلَافِ ٱلْمَطَّاطِيِّ . ثُمَّ ٱرْفَعِ ٱلصِّمَامَ عَنْ أُنْبُوبَةِ ٱلْغِلَافِ ٱلْمَطَّاطِيِّ وَٱنْفُخْهُ جَيِّدًا بِوَاسِطَةِ مِنْفَاخِ دَرَّاجَةٍ . أَعِدِ ٱلصِّمَامَ وَلَاحِظْ وَضْعَ ٱلْمِيزَانِ ٱلْآنَ . لِإِعَادَةِ تَوَازُنِ عَاتِقِ ٱلْمِيزَانِ سَتَحْتَاجُ إِلَى مَزِيدٍ مِنَ ٱلْوَزْنِ تُضِيفُهُ إِلَى ٱلْعُلْبَةِ ٱلْمَعْدِنِيَّةِ ، وَوَزْنُ هَذَا ٱلرَّمْلِ أَوِ ٱلْأَرُزِّ ٱلَّذِي تُضِيفُهُ هُوَ وَزْنُ ٱلْهَوَاءِ ٱلَّذِي عَبَّأْتَهُ فِي ٱلْغِلَافِ ٱلْمَطَّاطِيِّ .

وَهَكَذَا يَتَبَيَّنُ لَنَا أَنَّ لِلْهَوَاءِ وَزْنًا وَلَوْ أَنَّهُ قَلِيلٌ نِسْبِيًّا . فِي ٱلْوَاقِعِ إِنَّ وَزْنَ ٱلْهَوَاءِ فِي غُرْفَةٍ عَادِيَّةٍ يُقَارِبُ وَزْنَ كِيسٍ مِنَ ٱلْفَحْمِ أَيْ حَوَالَى ٥٠ كِيلُو غرامًا .

(يزنُ اللّترُ من الهواء في الأَحوالِ العاديّة حَوالى غَرامٍ وثلاثةِ أعشارِ الغرام)



وزْنُ الهَواء الذي تَحويه غُرفةٌ عاديّةٌ يُقارِبُ وَزْنَ كيسٍ من الفَحم



الهواء ٱلذي نتنفّسه

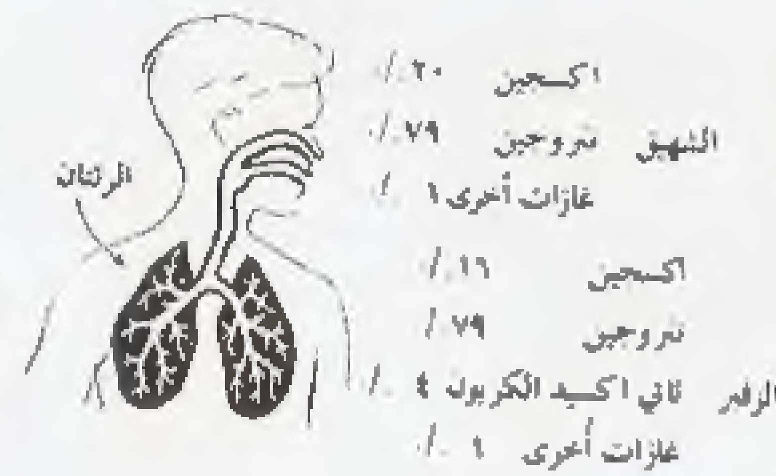
عِنْدما نَشْهَقُ نَسْحَبُ الهَواءَ عَبْرَ ٱلأنفِ أو ٱلفمِ إلى ٱلقَصبَةِ الهوائيّةِ ومِنْها إلى الرئتَين . وٱلرِّئتانِ لَيْستا مُجَوَّفَتَيْن كٱلغِلافِ الدّاخِلي المَطاطيِّ في كُرَةِ القَدمِ ، بَلْ هُما أَشْبَهُ بإسفَنْجَتَيْن . وفي ٱلرِّئتين يَعملُ قِسْمٌ من الهَواءِ ٱلذي نَتَنَفَّسُهُ (وهو الأُكسجين) على تَنْقِيَةِ الدَّمِ .

الهواءُ مَزيجٌ مِن ٱلغازات ؛ أَحَدُها هو الأُكسجينُ الضَّروريُّ للتنفُّسِ ، ويُسْتَخْدَمُ لِتَنْقِيَةِ الدّمِ في ٱلرئتَين وأَكْسَجَتِهِ . يُؤَلِّفُ الأُكسجينُ خُمْسَ ٱلهواءِ تَقْريبًا ، أمّا ٱلأَربعةُ أخماسٍ الباقيَةُ فَيتألَّفُ مُعظَمُها من النِّتْروجينِ (أو ٱلآزوت) . ويَحوي ٱلهواءُ أيضًا كَمّيّاتٍ ضَئيلَةً جدًّا مِن عِدّةِ غازاتٍ أُخرى .

وعِنْدَ الزَّفيرِ نَطْرُدُ ٱلهواءَ حاويًا الأُكسجينَ المتبقّي وٱلنّتروجينَ ٱلذي لا نَسْتَخْدِمُه ، بالإضافَةِ إلى غازٍ آخَرَ يتكوَّنُ في ٱلجِسْمِ هُوَ ثاني أُكسيد الكَرْبُون .

يُمكِنُكَ الكَشْفُ عَن تَكَوُّنِ ثاني أُكسيد الكَربون في الجِسْمِ بٱلنَّفخِ عَبْرَ قَشَّةِ شُرْبٍ في ماءِ ٱلجير (وهو مَحلولُ هَيدروكسيد ٱلكالْسيُوم في الماء) ويُمكِنُ ٱلحُصولُ عَلَيْهِ بِسِعْرٍ زَهيدٍ مِن أيِّ صيدَلِيَّةٍ ، وَلَا خَطَرَ مِنَ ٱستِعمالِه . ومِنْ خَواصِّ ماءِ ٱلجير هذا أنَّهُ يَبْيَضُّ فَيصبِحُ بِلَوْنِ اللَّبَنِ إذا أُمِرَّ فيهِ غازُ ثاني أُكْسيدِ ٱلكَرْبُون .

يَقُومُ الوَلَدانِ في ٱلصُّورةِ المُقابِلَةِ بإجراءِ التَّجرِبَةِ التي تُبيِّنُ أنَّهُ عِنْدَما يُسْتَخْدَمُ الأُكسجينُ في ٱلجِسْمِ يَنْتِجُ ثاني أُكسيد ٱلكَربون . عِنْدَ إجرائِكَ هَذه التجربَةِ علَيْكَ أن تَزْفِرَ عِدَّةَ مَرّاتٍ في ماءِ ٱلجير قَبْلَ ٱبْيِضاضِهِ لأنَّ ٱلجِسْمَ لا يُنْتِجُ كَمّيَّةً كبيرةً من ثاني أُكسيدِ الكَرْبُونِ بَيْنَ كُلِّ شَهيقٍ وزَفيرٍ .



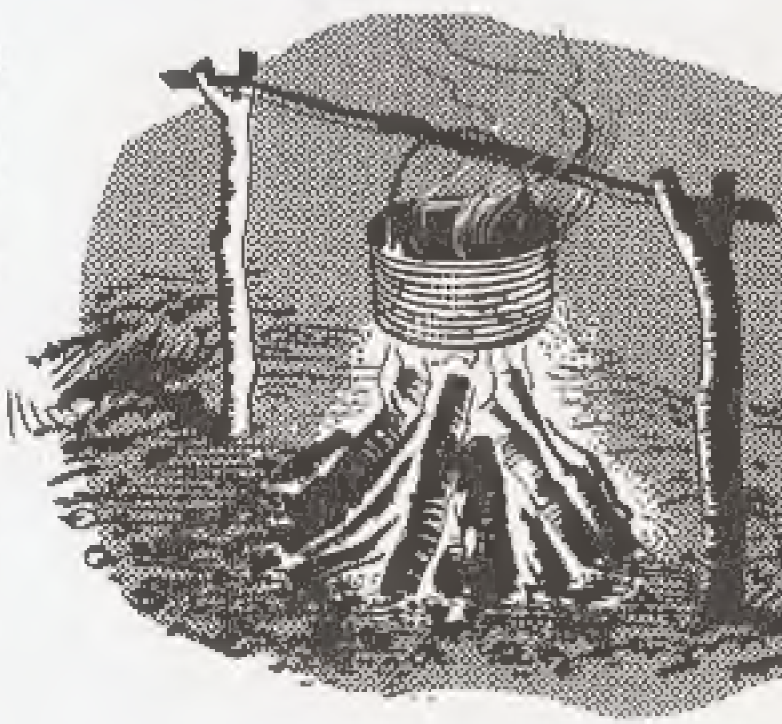


لإجراءِ هٰذِهِ ٱلتَّجرِبَةِ تَحتاجُ إلى شَمْعَةٍ قَصيرةٍ وصَحْنٍ عَميقٍ مُسطَّحِ ٱلقَعرِ وعِدَّةِ مَرْطَبانات مُختَلِفَةِ ٱلأحجام . ثَبِّتِ ٱلشَّمْعَةَ في وَسَطِ ٱلصَّحنِ بٱلبلاستِيسِين ثُمَّ أشعِلْها . صُبَّ ماءً في ٱلصَّحنِ إلى عُمْقِ بِضْعَةِ سنتيمترات ثُمَّ نَكِّسْ فوقَ ٱلشَّمعةِ مَرْطَبانًا صَغيرًا وباشِر عَدَّ ٱلثَّواني .

سَجِّلْ عَدَدَ ٱلثَّواني ٱلتي ٱنقَضَتْ قَبْلَ ٱنطِفاءِ ٱلشَّمعة . أعِدِ ٱلتَّجرِبَةَ مُستَخدِمًا مَرْطَبانات أكبَرَ حَجمًا وسَجِّلْ في كُلِّ مَرَّةٍ الزَّمنَ ٱلذي يَنقَضي بٱلثواني بَيْنَ تَنكيسِ المَرْطَبانِ وٱنطِفاءِ ٱلشَّمعةِ . لا تجعَلْ لَهَبَ ٱلشَّمعةِ يُلامِسُ جُدْرانَ ٱلمَرطَبانات .

إذا راقَبْتَ بِعِنايَةٍ سَتُلاحِظُ ثَلاثَةَ أُمور : ٱنطِفاءَ ٱلشَّمْعَةِ بَعدَ تَنكيسِ ٱلمَرطبان ، وٱستِمرارَ ٱشتعالِ ٱلشَّمعةِ لِفَترةٍ أطوَلَ في ٱلمَرطَبانِ ٱلأكبر ثُمَّ ٱرتفاعَ ٱلماءِ في المَرطبانات في أثناءِ اشتِعالِ ٱلشَّمعة .

تَنطفئُ الشَّمعةُ تحتَ ٱلمَرطبانِ حينَما تَستَنفِدُ أُكسِجينَ ٱلهواءِ فيه ، لأنَّ اشتِعالَها غيرُ مُمكِنٍ بِدُونِ الأُكسِجين . وهيَ تَشتَعِلُ لِفَترةٍ أطولَ في ٱلمَرطبانِ الأكبرِ لأنَّ فيهِ هواءً أكثَرَ ، وبالتّالي أُكسِجينًا أكثَرَ ، إذْ لا بُدَّ لاحتراقِ أيِّ شيءٍ مِنْ وُجودِ الأُكسِجين . لِذا نُلاحِظُ أنَّ نارَ المُخَيَّمِ تَشتَعِلُ أفضَلَ عِندَما تُنظَّمُ بِشَكلٍ يَسمَحُ بِمُرورِ كَمِّيَّةٍ أكثَرَ من ٱلهواءِ عَبْرَها .



أمّا لِماذا يَرتَفِعُ الماءُ في ٱلمَرطبان في أثناءِ اشتِعالِ ٱلشَّمعَةِ فذلكَ يَرجِعُ إلى عِدَّةِ أسبابٍ أهَمُّها تكَوُّنُ ثاني أُكسيد الكربون ٱلناتِجِ عَنِ ٱتّحادِ الشَّمْعِ المُحتَرِقِ بأُكسِجينِ الهَواءِ في ٱلمَرطبان . وبما أنَّ ثاني أُكسيد الكَربون يَذُوبُ في الماءِ تارِكًا فَراغًا ، فإنَّ ماءَ ٱلصَّحْنِ يَرتَفِعُ لِشَغْلِ ذلكَ ٱلفَراغ .



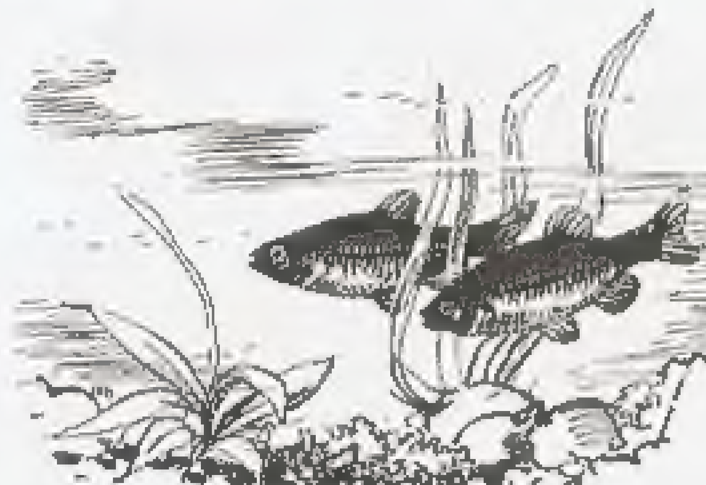
الهَواء (ٱلذّائبُ) في ٱلماء

يَستَخدِمُ جِسمُ ٱلإنسانِ الأُكسِجينَ مُكوِّنًا ثاني أُكسيدِ الكَربُونِ ، تَمامًا كَما تَفعَلُ ٱلشَّمعَةُ ٱلمُحتَرِقَةُ . وٱلكائناتُ ٱلحيَّةُ جَميعُها تَستَخدِمُ الأُكسِجينَ في « حَرْقِ » الطَّعامِ ٱلذي تَتَناوَلُه لِلحفاظِ على حَياتِها ، لكِنَّ هذا ٱلتأكسُدَ ٱلبَطيءَ في أَجسامِ ٱلكائناتِ ٱلحيَّةِ يَختَلِفُ في نَواحٍ عِدَّةٍ عَن التأكسُدِ الآشتِعالِيِّ في الشَّمعة . ولا تَختَلِفُ الأسماكُ عَن غَيرِها منَ ٱلكائناتِ الحيَّةِ في ٱستِخدامِها لِلأُكسِجين ، فَهِيَ تأخُذُه من ٱلهَواءِ الذائبِ في الماءِ ٱلمارِّ عَبرَ خَياشيمِها .

بآستِطاعَتِك ٱلكَشْفُ عَن وُجودِ ٱلأُكسِجينِ ذائبًا في ٱلماءِ بٱلتَّجربَةِ ٱلتالية ، وهيَ تَعتَمِدُ على حَقيقَةِ أَنَّ ٱلحديدَ حينَما يَصدأُ يَتَّحِدُ بالأُكسِجينِ مُكوِّنًا مَسحُوقًا أَحمرَ هو صَدَأُ ٱلحديد ، وبِدُونِ الأُكسِجينِ لا يَتكوَّنُ ٱلصَّدأُ . خُذْ مِسمارَينِ نَظيفَينِ صَقيلَينِ مِنَ الحديدِ وَضَعْ كُلًّا مِنهُما في قارُورةٍ صَغيرةٍ . املأْ إحدَى ٱلقارورَتَينِ تَمامًا بِماءٍ بارِدٍ منَ الحَنَفيَّةِ (الصُّنبور) ، أمّا الثانِيَةُ فَآملأْها بِماءٍ سَبَقَ إغلاؤُه بَعدَ أن تَترُكَه يَبْرُدُ ، دُونَ تَحريك ، إلى دَرجة حَرارةِ الغُرفَةِ . سُدَّ ٱلقارُورَتَينِ بِفِلِّينَتَينِ بإحْكامٍ وعَنْوِنْهُما بِبِطاقَتَينِ تَكْتُبُ على ٱلأُولى « ماء مُغلًى » وعلى الثانية « ماء غَير مُغلًى » .

اترُكِ القارورَتَين عِدَّةَ أيّامٍ ثُمَّ ٱفْحَصْهُما . إنَّ آثارَ ٱلصَّدأ سَتكونُ بادِيَةً على أَحَدِ المِسمارَينِ بَينَما لا يَبْدو أيُّ صَدًا على ٱلآخَر . أيُّ المِسمارَينِ صَدِئٌ ؟ لِماذا ؟

إنَّ المِسمارَ الذي لَمْ يَصدأْ هُوَ المَغمورُ في ٱلماءِ ٱلمُغلَى ، لِأَنَّ إغلاءَ ٱلماءِ كانَ قَد طَرَدَ مِنهُ الأُكسِجينَ ٱلذي هُوَ ٱلعامِلُ ٱلرئيسيُّ لِحُدوث ٱلصَّدَأ .



املأْ كأسًا بِماءٍ بارِدٍ وٱترُكِ ٱلكأسَ في غُرفَةٍ دافِئة حتّى صَباحِ ٱليَوْمِ ٱلتّالي . في ٱلصَّباحِ سَتُلاحِظُ تَجَمُّعَ فَقاقيعَ صَغيرةٍ من ٱلهواءِ على جِدارِ ٱلكأسِ ٱلدّاخِلي . لَقد عَمِلَتْ حَرارَةُ ٱلغُرفَةِ على طَرْدِ فَقاقيعِ ٱلهواءِ هَذِهِ مِنْ ماءِ ٱلكأسِ .



انْضِغاطِيَّةُ الهواءِ

املأْ قارورةً بِالْماءِ البارِدِ حتّى فُوَّهَتِها ثُمَّ أَلْصِقْ كُتْلَةً من البلاسْتيسين حَوْلَ قَشَّةِ شُرْبٍ وَثَبِّتْها في فُوَّهَةِ القارُورة وحَوْلَ عُنُقِها لِتَسُدَّها بإحكام. حاوِلِ النَّفْخَ في القارورةِ. إنَّ ذلِكَ غَيْرُ مُمكِنٍ إذا كانتِ القارورةُ مَملوءَةً بِالْماء تَماماً ومَسْدُودَةً بإحكام.

ارفَعْ سِدادَ البلاستيسينِ عَنْ فُوَّهةِ القارورة وأَفرِغْ نِصْفَ ما فيها من الماء، ثم أَعِدِ السِّدادَ وَقَشَّةَ الشُّربِ جاعِلاً طَرَفَ قَشَّةِ الشُّرْبِ السُّفْليَّ يَبْقَى مَغْموراً تحتَ سَطْحِ الماءِ في القارورة. الآنَ انْفُخْ في القارورةِ بأَقْصَى ما تَستَطيعُ – ثُمَّ أَزِحْ فَمَكَ عَنِ القَشَّةِ ولاحِظْ ما يَحدُثُ!

لِماذا لَمْ يكُنِ النَّفخُ في القارورةِ مُمكِناً حينَما كانت مَملوءَةً تماماً بالماء؟ ولِماذا أمكَنَكَ نَفْخُ مَزيدٍ من الهواء فيها عِنْدَما كانت نِصْفَ مَلأى بالهواء؟ السَّبَبُ هو أَنَّكَ حِينَما نَفَخْتَ في القارورةِ الحاوِيَةِ لِلْهواءِ استطعتَ ضَغْطَ الهواءِ في نِصفِ القارورةِ وحَشْرَ مَزيدٍ من الهواء في الحيِّزِ نَفْسِهِ. لكِنَّ الماءَ غيرُ قابِلٍ للانْضِغاطِ، لِذلكَ لم تستطِعْ نَفخَ الهواءِ في القارورةِ المملوءَةِ تماماً بالماء إذْ لم يكُنْ لَهُ مَكانٌ فيها.

تُبيِّنُ هذه التَّجرِبَةُ حَقيقةً عِلْميَّةً مُهِمَّةً هي أَنَّ الغازاتِ يُمكِنُ ضَغْطُها لِتَشغَلَ حيِّزاً أَصغَرَ. فَحِينَ نَفَخْتَ في القارورةِ المملوءَةِ إلى نِصفِها بالماء ضَغَطتَ الهواءَ في النِّصفِ الآخَرِ بإدخالِ مَزيدٍ من الهواء في الحيِّزِ نَفْسِهِ. وعندَما أَزَحْتَ فَمَكَ عادَ الهواءُ فتَمَدَّدَ مُستَعيداً حَجْمَهُ الأَصليَّ، وبِذلكَ دَفَعَ بَعْضَ الماءِ إلى خارِجِ القارُورةِ عَبْرَ قَشَّةِ الشُّرب. إنَّ الهواءَ وغَيْرَهُ من الغازاتِ يُمكِنُ ضَغْطُها في أُسْطُواناتٍ أو قَوارِيرَ لاستِعمالِها عِندَ الحاجَة.





ضعْ بالونًا فارغًا داخلَ كأسٍ من البلاستيك وانفخه وهو بداخلِ الكأسِ ، ثمَّ اضغطْ فوهةَ البالونِ كيْ تمنعَ خروجَ الهواءِ منه . ارفعِ البالونَ ولاحظْ كيف ترتفعُ معه الكأسُ أيضًا . دعِ الهواءَ ينفثُ من البالونِ تدريجيًا وراقبْ سقوطَ الكأسِ عندما يصغرُ حجمُ البالونِ بانفلاتِ الهواءِ .

لماذا ارتفعتِ الكأسُ معَ البالونِ ؟ ولماذا سقطتْ ؟

ضعْ أصابعَ يديكَ داخلَ الكأسِ واضغطْ بها إلى الخارجِ نحو جدارِ الكأسِ وارفعْها فترتفعَ الكأسُ . كانَ عليكَ أنْ تضغطَ على جدرانِ الكأسِ لترفعَها ، وذلكَ هو تمامًا ما فعله الهواءُ الذي ضغطتَه داخلَ البالونِ .

بالنفخِ في البالونِ ضغطتَ الهواءَ فيه وكلّما زدتَ الضغطَ زادَ ضغطُ الهواءِ إلى الخارجِ على جدرانِ الكأسِ . وهكذا حين تضغطُ الهواءَ في الإطارِ الداخليِّ للدرّاجةِ تستطيعُ اختبارَ شدّةِ النفخِ بقياسِ ضغطِ الهواءِ نحوَ الخارجِ بضغطِ إبهامِكَ على خارجِ الإطارِ . وكلّما زادَ النفخُ ازدادَ ضغطُ الهواءِ الخارجيُّ المقاومُ لضغطِ إبهامِكَ على الإطارِ وازدادتْ بالتالي « صلابةُ » الإطارِ .

انّ الهواءَ حولَنا يضغطُ في جميعِ الاتجاهاتِ . وعندَ التأمّلِ مليًّا في ذلك نجدُ أنّهُ من حسنِ الحظِّ أنْ يؤثّرَ ضغطُ الهواءِ في جميعِ الجهاتِ حولَنا . فلو دفعَ ولدانِ رفيقًا لهما من جهتَيْنِ متقابلتَيْنِ بقوّتَيْنِ متساويتَيْنِ لبقيَ رفيقُهما ثابتًا في مكانِهِ ، لكنْ لو توقّفَ أحدُهما عن الدفعِ فإنَّ الرفيقَ سيسقطُ أرضًا . وهكذا حالُنا مع الهواءِ ، فلو أثّرَ ضغطُ الهواءِ علينا من جهةٍ واحدةٍ فقطْ لكنّا نسقطُ أرضًا بعدمِ توازنِ الدفعِ .



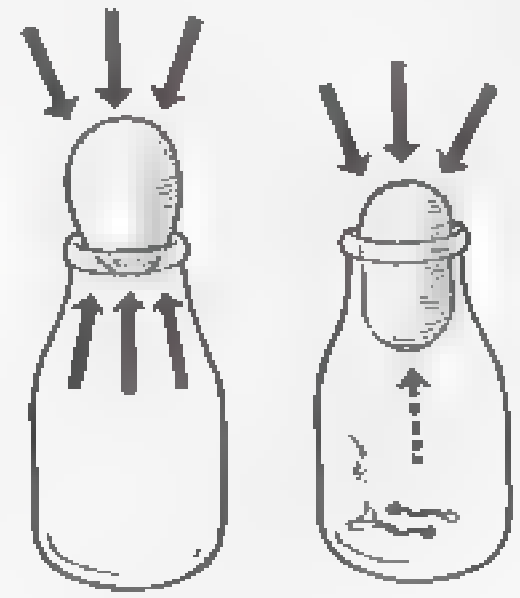


تجربة ٱلبَيْضةِ وٱلقارُورة

اغْلِ بَيْضةً صغيرةَ ٱلحجْمِ لِمُدةِ عَشْرِ دَقائِق حَتى تُسْلَقَ جيِّدًا ثُمَّ بَرِّدْها تَحْتَ ماءِ ٱلصُّنْبورِ (ٱلحنفِيَّةِ) وَٱقْشُرْها بِعِنايَةٍ . خُذْ قارُورَةً ذاتَ فُوَّهَةٍ تَضيقُ قَليلاً عن ٱنْزِلاقِ ٱلبَيْضَةِ عَبْرَها (إنْ وَجَدْتَ ٱلحَليبَ مِنْ حَجمِ بَيْنتٍ مُناسِبَةً جدًّا لِهذا ٱلغرَضِ) ضَعِ ٱلبَيْضَةَ فوقَ فُوَّهَةِ ٱلقارُورةِ وَرَأْسُها ٱلمُدَبَّبُ إلى أسْفَل . تأمَّلْ لَحظةً في وَضْعِ ٱلبَيْضةِ هَذا ــ ٱلقارُورَةُ تَحْمِلُها ، وَضَغْطُ ٱلهَواءِ تَحْتَها في ٱلقارُورَةِ مُساوٍ لِضَغْطِ هواءِ ٱلجَوِّ عَلَيْها .

الآنَ ٱرْفَعِ ٱلبَيْضةَ وَأَلْقِ عُودَيْ ثِقابٍ مُشْتَعِلَيْنِ جَيِّدًا داخِلَ ٱلقارُورَةِ ثُمَّ أَعِدِ ٱلبَيْضَةَ إلى مَكانِها وَرَاقِبْ ما يَحْدُثُ . يَنْطَفِئُ عُودا ٱلثِّقابِ بِسُرْعَةٍ بعدَ أنْ يَسْتَنْفِدا أُكْسِجينَ ٱلهَواءِ في ٱلقارُورة ، ثُمَّ تأْخُذُ ٱلبَيْضَةُ بالآنْضِغاطِ إلى داخِلِ ٱلقارُورَةِ وَٱلسَّبَبُ في ذَلِكَ هُوَ أنَّ عُودَيِ ٱلثِّقابِ ٱلمُشْتَعِلَيْنِ قَدْ ٱسْتَخْدَما جُزْءًا مِن هواءِ ٱلقارُورَةِ وَأَنْقَصا بِذلِكَ ضَغْطَ ٱلهواءِ بِداخِلِها . فَعَمِلَ ضَغْطُ ٱلهواءِ ٱلخارِجي (ٱلأكْبَرُ) على دَفْعِ ٱلبَيْضَةِ عَبْرَ فُوَّهَةِ ٱلقارُورَةِ . وهذا يُبيِّنُ لنا فَعالِيَّةَ ضَغْطِ ٱلهواءِ وشِدَّتَهُ .

وَيُمْكِنُكَ ٱسْتِخْدامُ ضَغْطِ ٱلهواءِ لإخْراجِ ٱلبَيْضَةِ مِنَ ٱلقارُورةِ ، إذا لَمْ تَكُنْ فُوَّهَةُ ٱلقارُورةِ تَضيقُ جدًّا عَنِ ٱنْزِلاقِ ٱلبَيْضةِ عَبْرَها . في هذهِ ٱلحالِ عَلَيْكَ أنْ تَجْعَلَ ضَغْطَ ٱلهَواءِ داخِلَ ٱلقارُورَةِ أَكْثَرَ مِنْ ضَغْطِ ٱلهَواءِ ٱلخارِجِيِّ . ٱرْفَعِ ٱلقارُورَةَ إلى أعْلَى وَٱنْفُخْ فيها عَبْرَ ٱلبَيْضَةِ (كما في ٱلشَّكْلِ) بِأَقْصى ما تَسْتَطيعُ ، وَٱحْذَرِ ٱلبَيْضةَ تَنْزَلِقُ نحوَ ٱلفُوَّهَةِ قَبْلَ أنْ تَرْفَعَ فَمَكَ عَنْها . إنَّ نَفْخَكَ بِشِدَّةٍ سَيَزيدُ ضَغْطَ ٱلهَواءِ داخِلَ ٱلقارُورَةِ إلى حَدٍّ يَكْفي لإخْراجِها .





تجارِبُ أُخرى على ضَغْطِ الهَواء

املأْ كأسًا بالماءِ حتّى تكادَ تطفَحُ ثُمَّ زلِّقْ فوقَ فُوَّهَتِها بعنايةٍ قطعةً مصقولةً مِنَ الورَقِ المُقوّى (كبِطاقةٍ بريديّةٍ مثلًا) حتّى لا يبقى هواءٌ بينَ قطعةِ الورَقِ وماءِ الكُوب . ضَعْ يدَكَ مبسوطةً فوقَ قطعةِ الورَقِ ثُمَّ اقلِبِ الكأسَ رأسًا على عقِب . ارفعْ يدَكَ عن قطعةِ الورَقِ المُقوّى ولاحِظْ أنّها تبقى في مكانِها دونَ أن ينسكِبَ الماءُ . والسبَبُ هوَ أنَّ ضغطَ هواءِ الجوِّ على قطعةِ الورَقِ إلى أعلى يزيدُ عن ضغطِ ماءِ الكأسِ إلى أسفَل . (مِنَ الحِكمةِ إجراءُ التجرِبةِ فوقَ حوضِ الغسيلِ في المطبَخ)

حاوِلِ الحصولَ على صفيحتَيْنِ ملساوَيْنِ مِنَ البلاستيك (اللدائن) وبُلَّ إحداهُما بالماءِ ثُمَّ اضغطِ الأُخرى فوقَها بشِدّة . حاوِلْ أن تفصِلَهُما . هلْ ترى سببَ «الالتصاقِهما» ؟ إنَّ ذلِكَ يعودُ أيضًا إلى ضغطِ الهواءِ . فلِعدَمِ وجودِ هواءٍ بينَهُما يدفعُ إلى الخارِجِ يصعُبُ فصلُهُما بالشدِّ إلى أعلى ، وعليكَ أن تزلِّقَ إحداهُما على الأُخرى لفصلِهِما . والسبَبُ نفسُهُ يفسِّرُ «التِصاقَ» خطّافاتِ التعليقِ البلاستيكيّةِ على زُجاجِ السيّارةِ أو على البلاطِ الصينيِّ في المطبَخِ أو الحمّام .

عِندَ خزنِ الفواكِهِ المُربّبةِ في مرطبانات ، تُسخَّنُ المرطبانات ثُمَّ تُسدُّ بأغطيتِها وهيَ ساخِنةٌ . فالتسخينُ يمدِّدُ الهواءَ ويطرُدُ مُعظَمَهُ مِنَ المرطبان . وحينَ يبرُدُ المرطبانُ يبقى فيهِ القليلُ مِنَ الهواءِ فقط ليضغطَ إلى الخارِج ، وهذا يحفظُ سِدادَ المرطبانِ مُحكمًا في موضِعِهِ بضغطِ الهواءِ الخارِجيّ . لِذا كثيرًا ما نضطرُّ لثقبِ سِدادِ مرطبانِ المُربّى الحديدِ لتسهيلِ فتحِهِ — فذلِكَ يجعلُ ضغطَ الهواءِ على سطحَيِ السِّدادِ العُلويِّ والسُّفليِّ مُتساويًا .



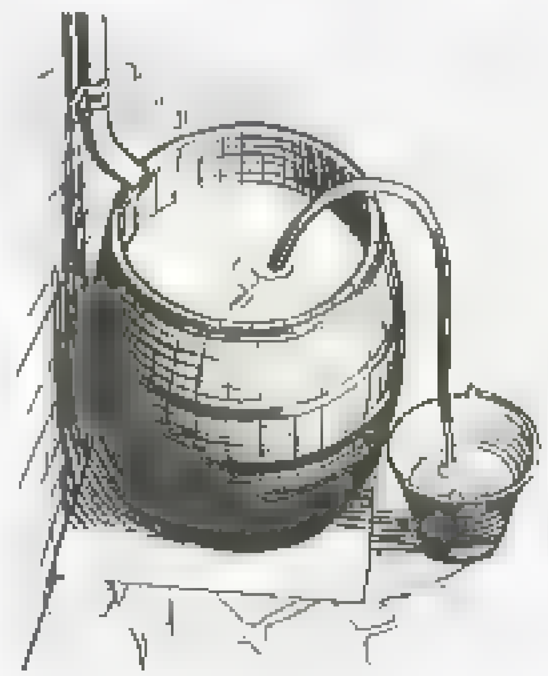


المِمَصُّ (السيفون)

ترى في الصورة المقابلة طريقة سهلة لتفريغ الماء من حوض المماهة (مربى السمك) بتطبيقه وذلك بسحب الماء بواسطة أنبوب مطاطي يعمل كممص. غمّر الأنبوب المطاطي في حوض الماء حتى تخرج فقاقيع الهواء كلها ويمتلئ بالماء. اقرص أحد طرفيه بسدّه بإحكام ودلّ ذلك الطرف إلى جانب جدار الحوض بحيث ينخفض بشكل ملحوظ عن مستوى الماء في الحوض. وعندما تسيّب هذا الطرف يسري الماء خارجاً.

تصلح هذه الطريقة بشكل خاص لتغيير ماء المماهة أو تنظيفها لأنها لا تضايق الأحياء المائية فيها ولأن طرف الأنبوب المغمور في الحوض يعمل كمنطقة هوائية. أما إن كان في المماهة شراغيف (دعاميص الضفادع) أو أسماك صغيرة جداً فاحترس كي لا تسفطها عبر الأنبوب، إلا إذا كنت تريد نقلها نقلاً هيّناً مريحاً إلى وعاء آخر.

يمكنك كشف المزيد عن فعل الممص باستخدام مرطبانين (سهلي الحمل) وأنبوب سفط مطاطي. املأ أحد المرطبانين بالماء وكذلك املأ الأنبوب المطاطي (كما وصفنا في الفقرة الأولى) واسفط الماء إلى المرطبان الآخر وهو في مستوى أخفض. بعد سفط كمية كافية من الماء ارفع المرطبان الخفيض إلى مستوى أعلى من مستوى المرطبان الأول جاعلاً طرفي الأنبوب يبقيان مغمورين تحت سطح الماء في المرطبانين. غيّر مستوى الوعاءين بخفض الواحد منهما إلى الحد الأدنى ثم رفعه تدريجياً إلى الحد الأقصى. لاحظ الوضع الذي يسري فيه الماء المسفوط بشدة أكثر. لاحظ أيضاً متى يتوقف سريان الماء ومتى ينعكس اتجاهه، وماذا يحدث عندما تسمح لشيء من الهواء بدخول الأنبوب.



إن الممص هو وسيلة عملية لتفريغ السائل من وعاء لا صنبور له كبرميل ثقيل مثلاً، كما أن بعض مكنات الغسيل تفرغ أيضاً بهذه الطريقة.



إذا فكَكْتَ الصِّمامَ في إطارِ درَّاجةٍ منفوخٍ جيِّداً فإنَّ الهواءَ يندفِعُ إلى خارجِه بقوَّةٍ ، ويحدُثُ الشيءُ نفسُه عندما تنفخُ بالوناً وتسيِّبُه . في كِلْتا الحالتَيْنِ يتحرَّكُ الهواءُ مِنَ المكانِ العالي الضغطِ إلى المكانِ الخفيضِ الضغطِ .

إنَّ الهواءَ حولَنا يضغطُ دائماً في جميعِ الجهاتِ ، لكنَّ هذا الضغطَ ليسَ متساوياً دائماً . والهواءُ يسري مِنْ مناطقِ الضغطِ المرتفعِ إلى مناطقِ الضغطِ المنخفِضِ تماماً كما يسري ، مندفِعاً إلى الخارجِ ، مِنْ إطارِ الدرَّاجةِ أو مِنَ البالون .
الرِّيحُ هي هواءٌ متحرِّكٌ ، وكلَّما اشتدَّ التفاوتُ بَيْنَ الضغطَيْنِ العالي والخفيضِ ازدادَتْ سرعةُ الرِّيحِ واشتدَّتْ حِدَّةُ هبوبِها .

يمكنُكَ معرفةُ الاتِّجاهِ الذي تهبُّ منهُ الرِّيحُ بصُنْعِ دوَّارةِ الرِّيحِ . قُصَّ قطعةً قصيرةً مِنْ قشَّةِ شُرْبٍ وسُدَّ أحدَ طرفَيْها بقليلٍ مِنَ الشَّمْعِ ثُمَّ ألصِقْ فوقَ هذا الطَّرفِ (ومتعامدةً عليه) قطعةً أخرى مِنْ قشَّةِ شُرْبٍ . ألصِقْ على أحدِ طرفَيْ هذهِ القطعةِ المعترِضةِ رأسَ سهمٍ ذهبيّاً وعلى طرفِها الآخرِ ذيلَ توجيهٍ فتحصُلَ على دوَّارةِ الرِّيحِ .

اصنعْ حاملاً للدوَّارةِ بغرزِ إبرةِ حياكةٍ في فلِّينةٍ . اغرزْ في جوانبِ الفلِّينةِ لأربعةِ أربعةَ عيدانٍ ثقابٍ يحمِلُ كلُّ عودٍ منها عبرَ شقٍّ في طرفِهِ (أو ملصقٌ إلى جانبِهِ) بطاقةً صغيرةً مؤشَّراً عليها بإحدى جهاتِ البوصلةِ الأربعِ الرئيسيَّةِ . ثبِّتْ إبرةَ الحياكةِ عموديّاً فوقَ كتلةٍ مِنَ الخشبِ كقاعدةٍ تستقِرُّ فوقَها ، ثُمَّ وازِنْ دوَّارةَ الرِّيحِ على الطَّرفِ الآخرِ بالإبرةِ .
خُذْ دوَّارةَ الرِّيحِ وقاعدتَها إلى الخارجِ .
عيِّنِ اتِّجاهَ الشَّمالِ وصوِّبِ القاعدةَ والحاملَ بحيثُ يشيرُ «عودُ الشَّمالِ» في ذلكَ الاتِّجاهِ . إنَّ رأسَ السَّهمِ على الدوَّارةِ سيدورُ دالّاً على الاتِّجاهِ الذي تهبُّ منهُ الرِّيحُ .





البارُومِتر (مِقياسُ الضَغطِ الجوّيّ)

يُقاسُ ضغطُ الهواءِ بالبارومتر . فكلّما تغيّرَ ضغطُ الهواءِ تتحرّكُ إبرةُ البارومتر فوقَ قرصهِ الدائريّ المُدرّج . ولمّا كانَ ضغطُ الهواءِ هوَ أحدَ العواملِ المُهمّةِ التي تتحكّمُ في الطقسِ فإنّ البارومتر هوَ أداةٌ دليليّةٌ مفيدةٌ في رصدِ الأحوالِ الجويّة .

يُمكِنُكَ صُنعُ بارومتر بسيطٍ من قارورةٍ وطَبَقٍ أو عُلبةٍ معدنيّةٍ مُسطّحة . ضَعْ شريحتَينِ رقيقتَينِ من الخشبِ في الطبقِ لتُبعِدَ حافّةَ القارورةِ عن قاعِ الطبقِ . املإِ القارورةَ بالماءِ وضعِ الطبقَ فوقَ فُوّهتِها ثمّ اقلِبِ القارورةَ (والطبقَ فوقها) بعنايةٍ وسرعةٍ . إنّ بعضَ الماءِ سيسكبُ ، لذا ننصحُ باختيارِ المكانِ المناسبِ لهذه التجربة .

ضعِ القارورةَ المقلوبةَ (والطبقَ تحتها) فوقَ رفٍّ في مكانٍ يُمكنُ تركُها فيه . أمِلِ القارورةَ قليلاً ليَنسكِبَ مزيدٌ من مائها في الطبقِ وليَدخُلَ إليها من الهواءِ ما يملأُ ثُلثَها تقريباً . ألصِقْ بطاقةً مُصمّغةً على جدارِ القارورةِ الخارجيّ وارسُمْ عليها خطّاً بموازاةِ سطحِ الماءِ .

لديكَ الآنَ بارومتر يُبيّنُ التغيّراتِ في ضغطِ هواءِ الجوّ . فعندما يزدادُ الضغطُ على سطحِ الماءِ في الطبقِ (حولَ فوّهةِ القارورةِ) يدفعُ هذا الضغطُ الماءَ من الطبقِ إلى القارورةِ فيرتفعُ مستوى الماءِ فيها . فنقولُ « ارتفعَ البارومتر » أو « البارومترُ في ارتفاع » . وعندما ينخفضُ ضغطُ الهواءِ على سطحِ الماءِ في الطبقِ ينخفضُ مستوى الماءِ في القارورةِ (بفعلِ ضغطِ الهواءِ في داخلها) . فنقولُ « انخفضَ البارومتر » أو « البارومترُ في انخفاض » . ومهما كانَ نوعُ البارومترِ فارتفاعُهُ يُشيرُ إلى تحسُّنِ الطقسِ بينما يُشيرُ انخفاضُهُ إلى سوءِ الأحوالِ الجويّة .



يجبُ وضعُ هذا البارومترِ في مكانٍ باردٍ بعيدٍ عنِ المؤثّراتِ الحراريّةِ ، فهوَ يتأثّرُ بالتغيّراتِ في درجةِ الحرارةِ كما يتأثّرُ بتغيّراتِ الضغطِ الجويّ .



الهَواءُ السّاخِنُ والبارِدُ

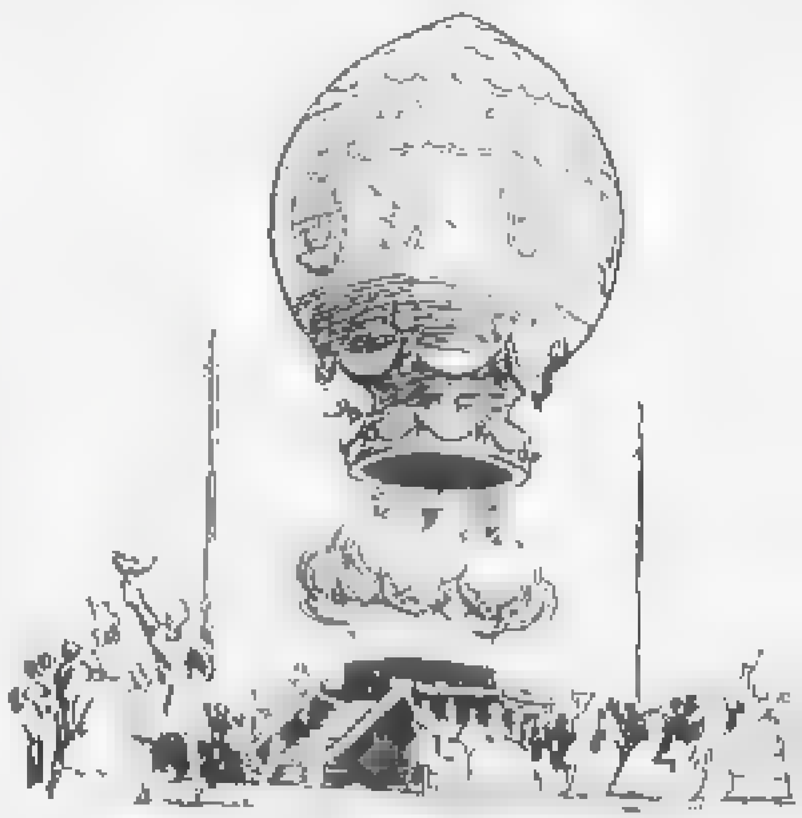
عِنْدَما يَسْخُنُ الهواءُ فإنّهُ يتمدّدُ ويَشْغَلُ حَيِّزًا أكبَر . فالجِسْمُ الذي يكبُرُ حَجْمُه ويَشْغَلُ حيِّزًا أكبرَ يَزْدادُ خِفّةً . أو بالتعبيرِ العِلميِّ يُصْبِحُ أقلَّ كثافةً . الفِلّينُ أقلُّ كثافةً مِن الماءِ لِذلكَ يطفُو فوقَهُ ، أمّا قِطْعَةُ النُّقودِ المَعدنيّةُ فإنّها أكثفُ مِن الماءِ لِذلكَ تغْرَقُ فيه .

وبما أنّ الهواءَ السّاخِنَ أخفُّ أو أقلُّ كثافةً من الهواءِ البارِدِ فإنّهُ يطفُو فوقَهُ أي أنّ الهواءَ السّاخِنَ يرتفِعُ إلى أعلى . والمَناطيدُ الأُولى كانَتْ تُملأُ بالهواءِ السّاخِنِ لتطير فكانَتْ تُضْرَمُ نارٌ صغيرةٌ تُسخِّنُ الهواءَ تحتَ فُوّهةِ المِنطادِ فيمتلئُ بالهواءِ السّاخِنِ الصّاعِدِ ويطيرُ .

يُمكِنُكَ إجراءُ تجربةٍ لِتُبرْهِنَ أنّ الهواءَ السّاخِنَ أقلُّ كثافةً من الهواءِ البارِدِ . ستَستخدِمُ المِيزانَ الذي صنعْتَهُ لإجراءِ التجربةِ الواردةِ في الصّفحةِ الثّامِنةِ من هذا الكتابِ . علِّقْ مِن كِلْتا نِهايَتَيْ عاتِقِ الميزانِ عُلْبةً معدنيّةً فارِغةً مقلوبةً (تَصْلُحُ عُلْبَتانِ كبيرتانِ لِهذا الغَرَضِ) . وازِنْ عاتِقَ الميزانِ بتحريكِ قِطْعةٍ سِلْكيّةٍ فوقَهُ على الذِّراعِ الأخفِّ . أشْعِلْ شمعةً قصيرةً وضَعْها بعيدًا تحتَ إحدى العُلْبتَيْنِ ثُمَّ راقِبْ توازُنَ العاتِقِ بعِنايةٍ . إنّ العُلْبةَ الّتي فوقَ الشّمعةِ ترتفِعُ ويَميلُ معها عاتِقُ الميزانِ . لماذا ؟

لقدْ سَخُنَ الهواءُ في العُلْبةِ فوقَ الشّمعةِ فتمدَّدَ وأصْبَحَ أقلَّ كثافةً ، لِذلكَ قلَّ وزنُهُ عن وزنِ الهواءِ البارِدِ في العُلْبةِ الأُخرى .

وباستِطاعَتِكَ أيضًا صُنْعُ مِرْوَحةٍ تدورُ بالهواءِ السّاخِنِ مِنْ رقيقةٍ معدنيّةٍ تقُصُّها وتَثْنيها كما هو مُبيَّنٌ في الشّكلِ المُقابِلِ . وازِنْ هذهِ المِرْوحةَ على سِلْكٍ مَثْنيٍّ فوقَ شمعةٍ مُشْتَعِلةٍ ولاحِظْ دورانَها بفِعْلِ الهواءِ السّاخِنِ الصّاعِدِ .





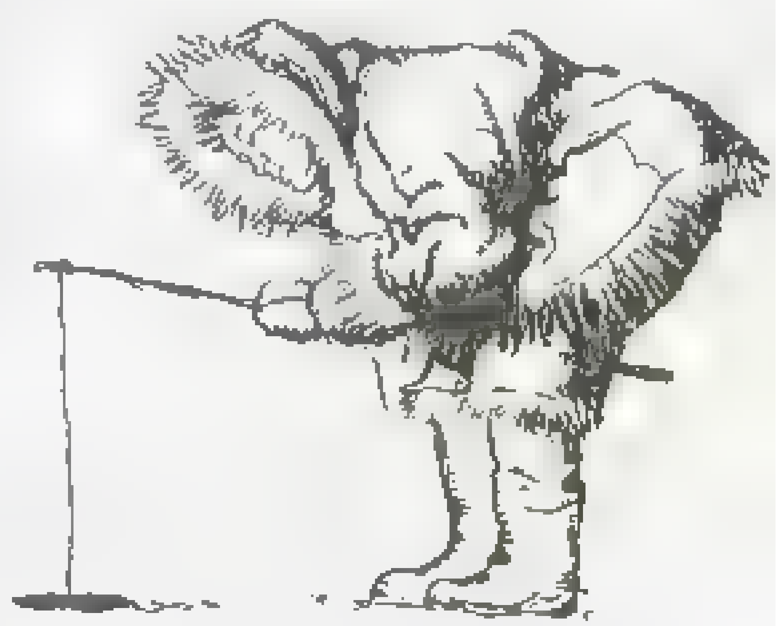
العزلُ الحراريُّ

يلزمك في هذه التجربة علبتان معدنيتان مجهزتان بغطاءين ماسكين وصندوق من الورق المقوى (الكرتون) وبعض مواد الحشو كالخرق القديمة وأوراق الجرائد المرققة ونشارة الخشب. ضع إحدى العلبتين المعدنيتين في صندوق الكرتون المحشو جيدًا بالخرق أو الورق أو نشارة الخشب دون كبس. واجعل العلبة المعدنية الأخرى تقف جانبًا دون تغطية. املأ كلا العلبتين بماء حار وغطهما بغطاءين، ثم غطّ العلبة التي بداخل الصندوق بمزيد من مواد الحشو وسدّ الصندوق.

انتظر حتى يبرد الماء في العلبة المكشوفة ثم افتح الصندوق وارفع غطاء العلبة بداخله. لماذا ظلّ الماء ساخنًا في هذه العلبة ؟

لنبدأ بالعلبة المكشوفة أولًا. يعمل الماء الساخن على تسخين الهواء المحيط بالعلبة. فيتمدد الهواء وتقلّ كثافته ويرتفع ليحلّ محلّه هواء بارد. وهذا يسخن بدوره ويرتفع. وهكذا يستمر الهواء المحيط في حمل وتبديد حرارة الماء في العلبة.

أما العلبة الأخرى (المعزولة) فقد سخّنت الهواء المحيط بها. لكن هذا الهواء لم يتشتت بل ظلّ حبيسًا داخل مادة الحشو حول العلبة. وبذلك يبقى ماء هذه العلبة ساخنًا بمدة أطول.



إن مواد الحشو حول العلبة في الصندوق الكرتوني هي مادة للعزل فتحتبس طبقة من الهواء حول جسم ما، أي تعزله حراريًا، فتحفظ حرارته. والأغلب أن في كل بيت شيئًا ساخنًا في منزلكم له دثار عازل يحفظ حرارته. فالفراء للحيوانات والريش للطيور والملابس للإنسان كلها تخدم غرضًا واحدًا هو احتباس طبقة عازلة من الهواء بملامسة الجسد لتحفظ حرارته.



الهَواءُ المُتَحَرِّكُ

ستجدُ في هذهِ التَّجربَةِ ما تدهشُ لهُ ، فهي تُبيِّنُ لكَ حقيقةً مهمَّةً عن خواصِّ الهواءِ المتحرِّكِ

اصنعْ رايتَيْنِ مستطيلتَيْنِ من الورَقِ وألصِقْهما على مسمارَيْنِ ثمَّ ثبِّتِ المسمارَيْنِ حاملَيِ الرايتَيْنِ في قاعدةٍ خشبيَّةٍ تاركاً بينَهما مسافةً تساوي خمسةَ سنتيمتراتٍ الحْنِ الرايتَيْنِ إلى الداخلِ لتتقاربا (كما هوَ ظاهرٌ في الشَّكْلِ المُقابِلِ)

وجِّهْ قشَّةَ شُرْبٍ في اتِّجاهٍ متوسِّطٍ بينَ الرايتَيْنِ وحاولْ تفريقَهُما بنفخِ الهواءِ عبْرَ قشَّةِ الشُّرْبِ هل افترقَتا ؟ حاولْ أنْ تنفخَ بشدَّةٍ أكثرَ فماذا تُلاحِظُ ؟ يبدو أنَّكَ تحصلُ على نتيجةٍ عكسيَّةٍ . فكلَّما نفختَ بشدَّةٍ أكثرَ تقترِبُ الرايتانِ أكثرَ فأكثرَ

دعْنا ندرسُ الوضعَ بطريقةٍ علميَّةٍ منطقيَّةٍ . من المبادئِ المُسلَّمِ بها أنَّ الأجسامَ لا تتحرَّكُ إلاَّ إذا جُرَّتْ أو دُفِعَتْ ، وتكونُ الحركةُ الناتجةُ باتِّجاهِ القوَّةِ المؤثِّرةِ لقدْ تحرَّكتِ الرايتانِ نحوَ بعضِهما وحدثَ ذلكَ بتأثيرِ النفخِ بينَهما فلماذا لمْ ينفخْهُما تيارُ الهواءِ بعيداً عن بعضِهما ؟

السببُ هوَ أنَّ تيارَ الهواءِ المتحرِّكَ بينَ الرايتَيْنِ أحدثَ انخفاضاً في الضغطِ بينَهما ، لذلكَ عمِلَ ضغطُ الهواءِ خارجَهُما على دفعِهما لتقتربا لاحِظِ الفتاةَ الظاهرةَ في الرسمِ المُقابِلِ تُجري تجربةً مماثلةً على طابتَيْ بنغْ بونغْ (كُرَةِ الطاولةِ)



وهكذا فإنَّ حركةَ الهواءِ فوقَ أجنحةِ الطيورِ والطائراتِ المكيَّفةِ بأشكالٍ خاصَّةٍ مناسبةٍ ضروريَّةٌ لطيرانِها



الهَواءُ والرَّفْع

عرفْنا مِنَ التَّجرِبَتَيْنِ الأَخيرَتَيْنِ أنَّ تيّارَ الهَواءِ المُتحرِّكِ يُحْدِثُ انخفاضًا في الضَّغْطِ . والتَّجرِبَتانِ التّالِيَتانِ تُساعِدانِ في تفَهُّمِ بَعضِ الحَقائِقِ المُهِمَّةِ عَنِ الطَّيَران .

اغْرِزْ دَبُّوسًا في بِطاقَةٍ مِنَ الوَرَقِ المُقَوّى ، ثُمَّ أَدْخِلِ الدَّبّوسَ في ثُقْبِ مِكَبِّ خُيوطٍ فارغ . اجْعَلِ البِطاقَةَ أُفُقِيَّةً والمِكَبَّ (البَكَرَةَ) فَوقَها مُراعِيًا جَعْلَ الدَّبّوسِ في مَرْكَزِ ثُقْبِ المِكَبّ . انْفُخْ عَبْرَ ثُقْبِ المِكَبِّ العُلْوِيِّ إلى أَسْفَل (مُقَرِّبًا شَفَتَيْكَ مِنَ الثُّقْبِ قَدْرَ الإمْكان) ثُمَّ اتْرُكِ البِطاقَةَ والنَّفْخُ مُسْتَمِرٌّ . إنَّ البِطاقَةَ لا تَسْقُطُ . والدَّبّوسُ يَمْنَعُها مِنَ الانْزِلاقِ جانِبًا . أَعِدِ التَّجرِبَةَ مُحاوِلاً نَفْخَ البِطاقَةِ بَعيدًا عَن سَطْحِ المِكَبِّ السُّفْلِيِّ . ولاحِظْ أنَّها تَبْقى ما دامَ النَّفْخُ مُسْتَمِرًّا

فما هو السَّبَبُ يا تُرى ؟ إنَّ الهَواءَ المُتَحرِّكَ فَوْقَ سَطْحِ البِطاقَةِ يُحْدِثُ انخفاضًا في الضَّغْطِ فَيُصْبِحُ ضَغْطُ الهَواءِ عَلَى سَطْحِها السُّفْلِيِّ أَكْثَرَ مِنْهُ عَلَى سَطْحِها العُلْوِيِّ وهذا يَجْعَلُ البِطاقَةَ تَثْبُتُ في مَكانِها تَحْتَ المِكَبّ .

أَدْخِلْ طَرَفَ شَريحَةِ وَرَقٍ بَيْنَ غِلافَيْ كِتابٍ وانْفُخْ فَوْقَ سَطْحِها العُلْوِيِّ . إنَّ الوَرَقَةَ لَنْ تَنْفَخِضَ إلى أَسْفَل بَلِ العَكْسُ هُوَ ما يَحْدُثُ . والسَّبَبُ هُوَ ما سَبَقَ ذِكْرُه . إنَّ النَّفْخَ على طولِ سَطْحِ الشَّريحَةِ العُلْوِيِّ يُحْدِثُ انْخِفاضًا في الضَّغْطِ عَلَيْه ، وهذا ما يَجْعَلُ الشَّريحَةَ تَرْتَفِعُ بِضَغْطِ الهَواءِ الأَكْبَرِ عَلى سَطْحِها السُّفْلِيِّ .

وهذا هُوَ ما يُسَمّيهِ الطَّيّارونَ بِالرَّفْع . فالوَرَقَةُ والطّائِرُ والطّائِرَةُ الشِّراعِيَّةُ تُحْمَلُ بِالرَّفْعِ حينَما يَتَحرَّكُ عَبْرَها الهَواءُ . كَثيرًا ما نُلاحِظُ طُيورًا تُحَلِّقُ في الجَوِّ وأَجْنِحَتُها مَنْشورَةٌ . إنَّها تُحْمَلُ بِالرَّفْعِ النّاتِجِ عَنْ تَدَنّي الضَّغْطِ عَلى أَجْنِحَتِها والطَّيّارُ الَّذي يَقودُ طائِرَةً شِراعِيَّةً يَعْتَمِدُ أَيْضًا على الرَّفْعِ لِيَبْقى مُحَلِّقًا بِطائِرَتِه في الهَواء





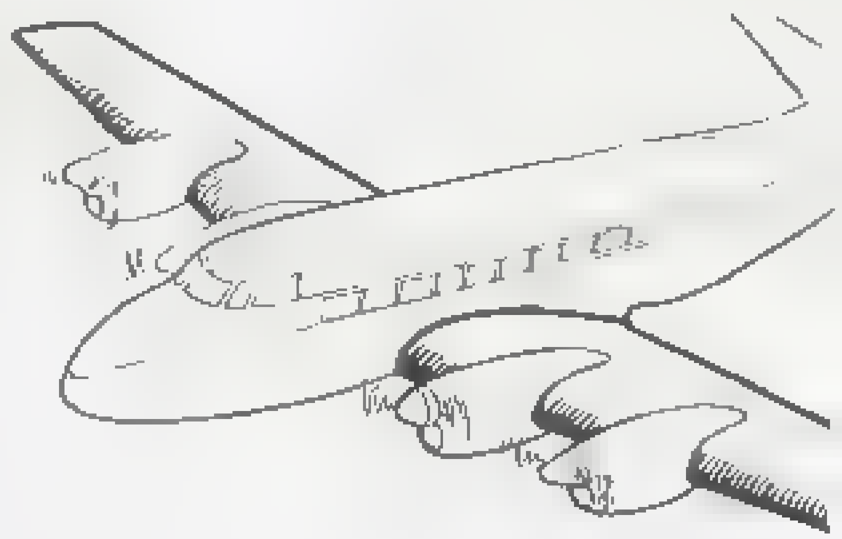
شَكْلُ الجَناحَين

في تجرِبَتَيْكَ السّابِقَتَيْنِ حَصَلْتَ على الرَّفْعِ بالنَّفْخِ ، وكانَ تيّارُ الهواءِ المُتَحرِّكُ مُقْتَصِرًا على سَطْحٍ واحِدٍ مِنَ البِطاقَةِ أو الوَرَقَةِ . أمّا في الجَناحِ - إنْ في الطّائِرِ أو الطّائِرَةِ الشِّراعيَّةِ أو الطّائِرَةِ العاديَّةِ - فالهواءُ يَتَحرَّكُ فَوْقَ سَطْحَيِ الجَناحِ . فكَيْفَ يَحْصُلُ الرَّفْعُ إذَنْ ؟ وهَلْ لِشَكْلِ الجَناحِ علاقَةٌ بذلِكَ ؟

يُمْكِنُكَ اكْتِشافُ ذلِكَ بِصُنْعِ نَموذَجٍ لِجُزْءٍ مِنْ جَناحِ طائِرَةٍ . اقْطَعْ وَرَقَةً طولُها عِشْرونَ سَنْتيمِتْرًا وَعَرْضُها عَشَرَةُ سَنْتيمِتْراتٍ . اطْوِها بِضَعْفَيْنِ كَما في الرَّسْمِ المُقابِلِ ثُمَّ أَلْصِقْ طَرَفَيْها مَعًا . أَحْدِثْ ثَنْيَةً على طولِ حافَةِ الطَّيِّ بِإِمْرارِ ظُفْرِكَ داخِلَها بِحَيْثُ يَتَقَوَّسُ السَّطْحُ العُلْوِيُّ بَيْنَما يَبْقى السَّطْحُ السُّفْلِيُّ مُسَطَّحًا . إنَّ حافَةَ الطَّيِّ هذِهِ هي الحافَةُ المُتَقَدِّمَةُ لِلْجَناحِ ، أمّا الأُخْرى (المُلْصَقَةُ) فَهِيَ الحافَةُ الخَلْفِيَّةُ .

أَحْدِثْ ثَقْبًا عَبْرَ جُزْأَيِ الجَناحِ على بُعْدِ ثَلاثَةِ سَنْتيمِتْراتٍ مِنَ الحافَةِ الأَمامِيَّةِ لِلْجَناحِ وأَدْخِلْ قَشَّةَ شُرْبٍ قَصيرَةً عَبْرَ الثَّقْبِ ثُمَّ أَلْصِقْ سَطْحَيِ الجَناحِ حَوْلَها بالصَّمْغِ . أَلْصِقْ قِطْعَةَ وَرَقٍ خَفيفَةً على الحافَةِ الخَلْفِيَّةِ لِلْجَناحِ لِتَعْمَلَ كَدَفَّةٍ . أَمْرِرْ خَيْطًا رَفيعًا عَبْرَ قَشَّةِ الشُّرْبِ وارْبُطْ طَرَفَيِ الخَيْطِ عَلى عودَيْنِ مُناسِبَيْنِ .

دَوِّرِ العودَيْنِ أُفُقِيًّا بِسُرْعَةٍ ولاحِظْ كَيْفَ يَرْتَفِعُ الجَناحُ عَلى الخَيْطِ . إنَّ سَطْحَ الجَناحِ العُلْوِيَّ أَطْوَلُ مِنْ سَطْحِهِ السُّفْلِيِّ ، لِذا يَسْري الهَواءُ على السَّطْحِ العُلْوِيِّ بِسُرْعَةٍ أَكْبَرَ (لِيَقْطَعَ المَسافَةَ الأَطْوَلَ في الوَقْتِ نَفْسِهِ) وهذا يُسَبِّبُ الرَّفْعَ . وهكذا يُساعِدُ الجَناحُ الطّائِرَةَ عَلى التَّحْليقِ في الهَواءِ





المِرْوَحَةُ

لقد شاهدنا كيف يرتفع جناح الطائرة عندما يمر فوقه تيار الهواء ، كما نعرف أن باستطاعة الطائرة الشراعية أو الطائر المنشور الجناحين التحليق في الجو عندما يواجه جناحا كل منهما الريح . لكن على الطائرة العادية أن تطير سواء سكنت الريح أم هبت في أي اتجاه ، ولكي يرفعها الجناحان يجب أن تحرك هي عبر الهواء كما حركت أنت نموذج الجناح في التجربة السابقة

يتحرك الطائر عبر الهواء بدفع الجناحين ، أما الطائرة فتتحرك إما بدفع المروحة أو بالدفع النافوري (النفاث) . وسنبدأ بدراسة المروحة وعملها

والمروحة في الواقع ليست سوى لولب يديره محرك . فهي تدوم دائرة طريقها في الهواء ، جارة نفسها ومعها الطائرة عبره ، وكأنها بريمة نقب تدوم ثاقبة قطعة الخشب ومندفعة عبرها وبالطريقة نفسها يندفع البرغي وأنت تبرمه عبر صامولة ثابتة

ويعمل رفاص السفينة بالطريقة عينها فكما تدوم مروحة الطائرة دائرة إياها عبر الهواء كذلك يدوم رفاص السفينة دائرا إياها عبر الماء



رفاص (أو مروحة) السفينة

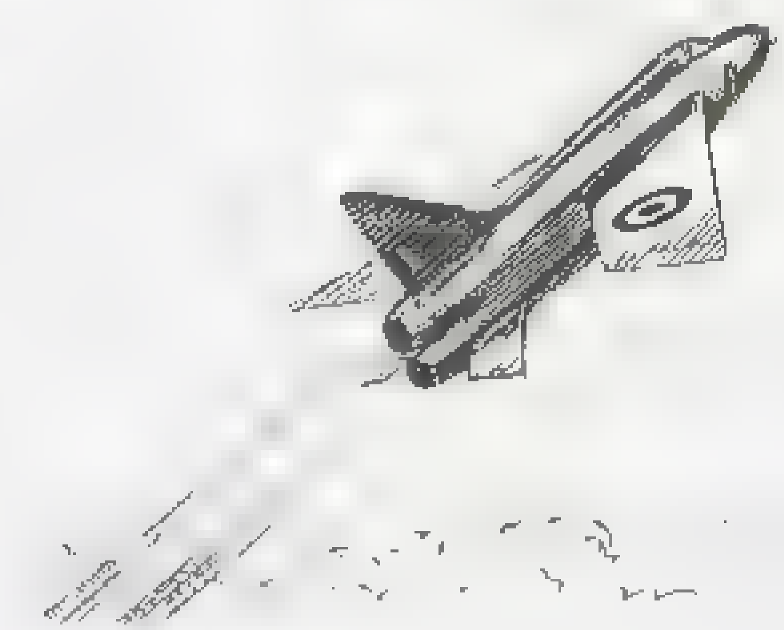
لتصنع مروحة ، خذ قطعة من الخشب اللين طولها حوالى خمسة عشر سنتيمترا وعرضها ثلاثة سنتيمترات ، وانقبها في الوسط تماما ابدأ بتشذيب شفرتي « أو ريشتي » المروحة (جاعلا اتجاه القطع بعيدا عنك) بحيث تكون الشفرتان زاويتين متقابلتين مع بعضهما . أكمل صنع المروحة متابعا مراحل العمل المبينة في الرسم المقابل ثم سو سطحها وملسها بورق الزجاج .



الطَّيرانُ النَّفّاث (النافوريّ)

إنّ إجراءَ التجربتين التاليتين سيساعدك في فهم مبدإ الطيران النفّاث. انفخ بالونًا حتى يمتلئ جيدًا بالهواء. اقرص طرف فوهته بين إصبعيك ثم اتركه فجأة. ماذا يحدث؟ إنّ البالون سينطلق بسرعة فائقة مندفعًا بالهواء المنفلت. وإذا كان لديك زوج من مدرجات الانزلاق الدولابيّة فالبسه وقف على سطح أملس مستوٍ مُمسِكًا قرميدةً أو كتلةً ثقيلةً من الحجر واقذفها بقوّة أمامك ولاحظ أنك بذلك تندفع إلى الخلف. وكلما ازدادت الشدّة التي تقذف بها الكتلة ازدادت المسافة التي تندفعها أنت إلى الخلف.

والمحرّك النفّاث كذلك يقذف إلى الخلف غازاته الساخنة فيدفع الطائرة إلى الأمام. والذي يحدث هو أنّ الهواء يُسحب في مقدّمة المحرّك فيُستخدم لإحراق الوقود البراميّ (زيت الكاز) — وينتج من الاحتراق غازات ساخنة تتمدّد بسرعة وتنبثق متدفّقة عبر منفث في مؤخّرة المحرّك مُحدِثةً الدفع. وهذا الدفع الناتج عن ردّ الفعل لانفلات الغازات هو الذي يدفع الطائرة إلى الأمام بقوّة أشدّ بكثير من قوّة دفع المروحة.



وأفضل أداء للمحركات النفّاثة يكون في الأجواء المرتفعة حيث تقلّ كثافة الهواء وتقلّ بالتالي مقاومته للأجسام المنطلقة عبره. لكن هناك حدٌّ أقصى للارتفاع الذي تستطيع الطائرة النفّاثة التحليق فيه، إذ لا بدّ لها من قدر كافٍ من أكسجين الهواء اللازم لحرق وقودها. لقد أحدث تطوير المحرّك النفّاث خلال الحرب العالميّة الثانية (١٩٣٩ – ١٩٤٥) تغييرات شاملة وجذريّة في مجالات تصميم الطائرات وسرعتها وأدائه

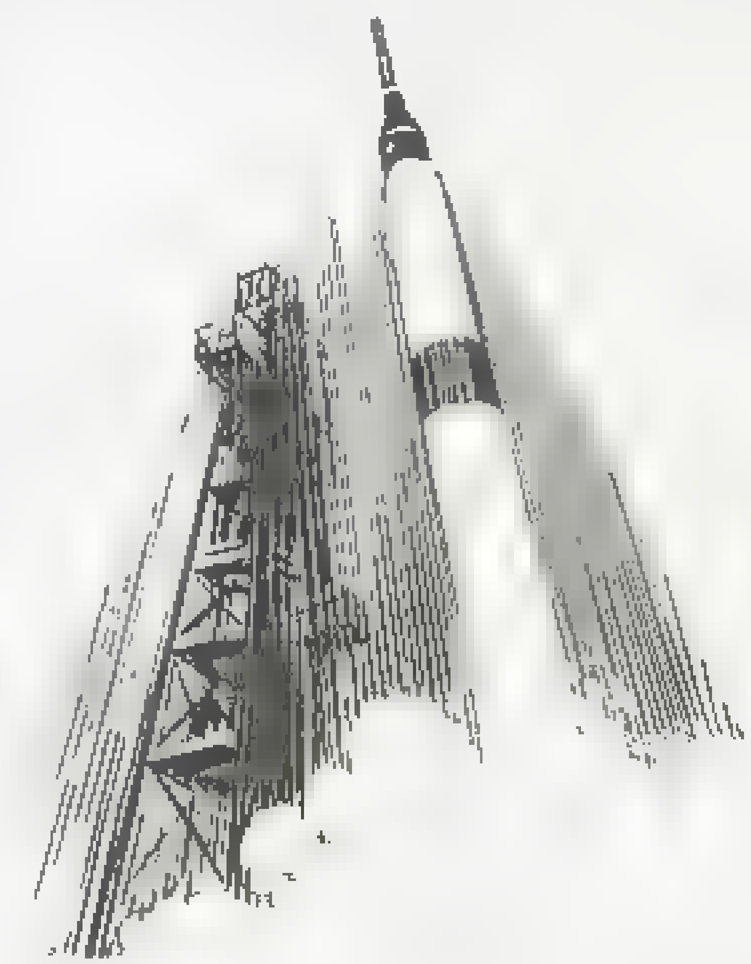


كلّما ارتفعنا عن سطحِ الأرضِ تقلُّ كثافةُ الهواءِ تدريجياً حتّى ينعدمَ الهواءُ على ارتفاعٍ يقاربُ الثلثمائة كيلومترٍ حيثُ يبدأُ الفضاءُ الشاسعُ . إنّ الطائرةَ المسيّرةَ بدفعِ المراوحِ لا تستطيعُ الطيرانَ فوقَ ارتفاعٍ معيّنٍ ، إذْ يخفُّ الهواءُ إلى درجةٍ لا ينتجُ معها تدويمُ المروحةِ عنده أيّ دفعٍ ملموسٍ . كذلكَ هنالكَ حدٌّ أقصى لارتفاعِ الطائراتِ النفّاثةِ حيثُ يقلُّ الهواءُ الموجودُ عن حاجةِ الطائرةِ للأكسجينِ اللازمِ لإحراقِ الوقودِ . بالإضافةِ إلى أنّه لقلّةِ الهواءِ المندفعِ عبرَ الأجنحةِ على ذلكَ الارتفاعِ لا يكونُ الرفعُ الناتجُ كافياً لحملِ الطائرةِ .

لهذا السّببِ نلجأُ إلى وسيلةٍ أخرى حينما نريدُ إرسالَ شيءٍ إلى الفضاءِ . تلكَ الوسيلةُ هي الصاروخُ . والصاروخُ مثلُ الطائرةِ النفّاثةِ يندفعُ بردِّ الفعلِ الناتجِ عن قذفِ الغازاتِ الساخنةِ ، لكنّهُ يختلفُ عنها في أنّه يحملُ معهُ حاجتَهُ من الأكسجينِ . وبذلكَ يستطيعُ محرّكُ الصاروخِ الفضائيِّ حرقَ وقودِهِ وتوليدَ قوّةِ دفعٍ هائلةٍ وهو يحلّقُ بعيداً فوقَ الأجواءِ في الفضاءِ الخارجيِّ .

تستخدمُ الصواريخُ لقذفِ العرباتِ الفضائيّةِ عبرَ جوِّ الأرضِ إلى الفضاءِ ، وهنالكَ حيثُ ينعدمُ الهواءُ ، وتنعدمُ بالتالي مقاومتُهُ لانطلاقِ الصاروخِ ، تقلُّ قيمةُ الدفعِ اللازمِ لاندفاعِ الصاروخِ . وتعملُ محرّكاتٌ صاروخيّةٌ أيضاً على قيادةِ العربةِ الفضائيّةِ وتوجيهها

إنّ صواريخَ الألعابِ الناريّةِ التي نطلقُها في الأعيادِ والمناسباتِ معبّأةٌ بالموادِّ الكيماويّةِ وعندما يشعلُ الفتيلُ الملامسُ للموادِّ الكيماويّةِ تشتعلُ هذه بدورِها مولّدةً غازاتٍ تتمدّدُ سريعاً فينطلقُ الصاروخُ . وبالطريقةِ نفسِها تنطلقُ الصواريخُ الفضائيّةُ ، لكنّها طبعاً تحتاجُ إلى وقودٍ دافعٍ خاصٍّ وإلى دقّةٍ علميّةٍ ومهارةٍ تقنيّةٍ





خُذْ صَفْحَتَيْنِ مِنَ الوَرَقِ واضْغَطْ إِحداهُما بِشِدَّةٍ لِتَجْعَلَها كُتْلَةً مُكَوَّرَة . قِفْ عَلى طاوِلَةٍ أَوْ كُرْسيٍّ وأَلْقِ صَفْحَةَ الوَرَقِ والوَرَقَةَ المُكَبَّبَةَ في الوَقْتِ ذاتِهِ مِنَ الارْتِفاعِ نَفْسِهِ . إِنَّ الوَرَقَةَ المُكَبَّبَةَ تَصِلُ الأَرْضَ أَوَّلاً . لِماذا ؟

يَعودُ السَّبَبُ إِلى مُقاوَمَةِ الهَواءِ . فالهَواءُ جِسْمٌ مادِّيٌّ يَعْمَلُ عَلى تَبْطِئَةِ الأَشْياءِ الَّتي تَسْري عَبْرَهُ . وَلَمّا كانَت مُقاوَمَةُ الهَواءِ لِصَفْحَةِ المَنْشورَةِ أَكْثَرَ بِكَثيرٍ فإِنَّها تَسْقُطُ بِبُطْءٍ أَكْثَرَ مِنَ الوَرَقَةِ المُكَبَّبَةِ . وتَزْدادُ مُقاوَمَةُ الهَواءِ لِلجِسْمِ بازْديادِ السُّرعَةِ لِذلِكَ تُصَمَّمُ الأَشْياءُ الَّتي تَسيرُ بِسُرعَةٍ في الهَواءِ بِشَكْلٍ انْسِيابيٍّ مَشيقٍ لِتَقْليلِ مُقاوَمَةِ الهَواءِ لَها . فالشَّكْلُ الانْسِيابيُّ الخاصُّ يَسْمَحُ بانْسِيابِ الهَواءِ انْسِياباً سَلِساً حَوْلَهُ وفَوْقَهُ . ونُشاهِدُ في شَكْلِ الطُّيورِ المَشيقِ أَفْضَلَ مِثالٍ عَلى التَّصميمِ الانْسِيابيِّ .

أَمّا إِذا أَرَدْنا تَبْطِئَةَ سُرعَةِ جِسْمٍ ساقِطٍ في الهَواءِ فإِنَّنا نَزيدُ مِنْ مُقاوَمَةِ الهَواءِ لَهُ كَما هِيَ الحالُ في مِظَلَّةِ الهُبوطِ (الباراشوت) .

اصْنَعْ باراشوتاً صَغيرَةً مِن قِطْعَةِ قُماشٍ خَفيفٍ تَرْبُطُ زَواياها مَعاً بِخُيوطٍ رَفيعَةٍ ، ثُمَّ عَلِّقْ مِنَ الخُيوطِ دُمْيَةً بِشَكْلِ جُنْديٍّ . اطْوِ الباراشوتَ واجْعَلْها كُتْلَةً مُكَوَّرَةً ثُمَّ اقْذِفْ بِها إِلى أَعْلى ارْتِفاعٍ تَسْتَطيعُهُ . إِنَّ مُقاوَمَةَ الهَواءِ لَها في أَثْناءِ الصُّعودِ قَليلَةٌ ، لكِنَّها عِنْدَما تَبْدَأُ بالسُّقوطِ وتَنْفَتِحُ تَزْدادُ مُقاوَمَةُ الهَواءِ لَها ، فَتَبْطُؤُ سُرعَتُها وتَهْبِطُ بِلُطْفٍ .





تطْيِيرُ طيَّارة وَرَقيَّة

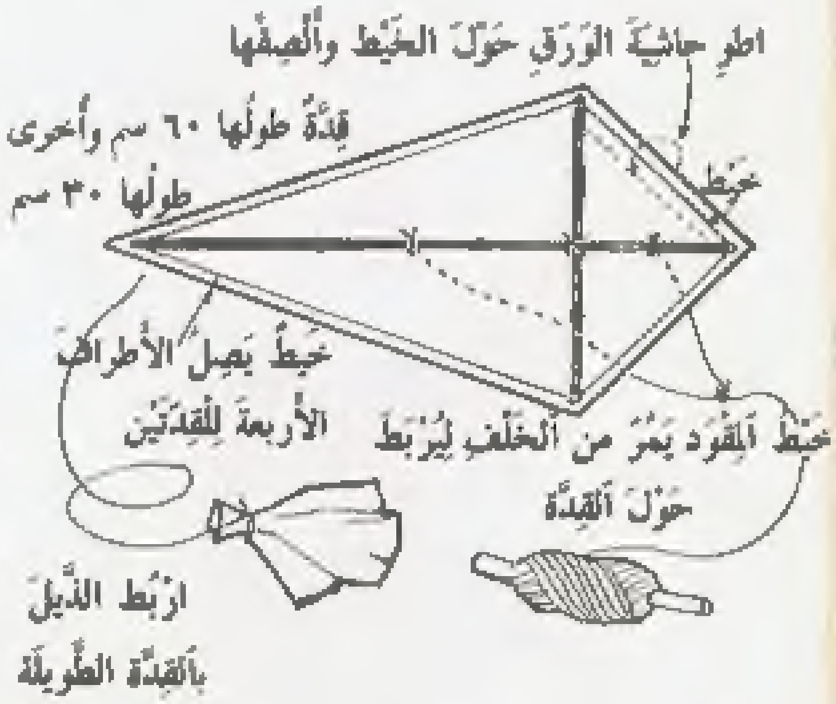
إنّ الشَّدَّ ٱلَّذي يَحصُلُ على الخَيْطِ وَطيَّارتُك الوَرَقيَّةُ عاليَةٌ في ٱلهَواءِ ناتِجٌ عَنْ مُقاوَمَةِ الطيَّارَةِ الوَرَقيَّةِ لِلرِّيحِ ٱلمُنْسابَةِ بِمُضادَةِ سَطْحِها .

يُمْكِنكَ صُنْعُ طائِرةٍ ورَقيَّةٍ بَسيطَةٍ باتِّباعِ ٱلتَعليماتِ ٱلمُبيَّنَةِ عَلى ٱلرَّسْمِ في أَسْفَلِ ٱلصُّورَةِ . اصْنَعْ هَيْكَلَ ٱلطيَّارَةِ منْ قِدَّتَيْنِ أَو شَريحَتَيْنِ رَفيعَتَيْنِ من ٱلخَشَبِ أَوْمِنَ ٱلغابِ (القَصَب) . اربُطِ القِدَّتينِ بخَيْطٍ مَتينٍ في نُقطةِ تقاطُعِهما ثُمَّ ضُمَّ أَطرافَهُما الأَربَعَة بخَيْطٍ مَشدُود .

انشُرْ قِطعةً مِن الوَرقِ المُشمَّعِ (أَو القُماشِ الحَريريّ) عَلى الأَرضِ ، ضَعْ هَيْكَلَ ٱلطيَّارةِ فَوقَها واقْطَعْ ما يَلْزَمُكَ لِتَغْطِيَةِ الهَيْكَل بالإِضافَةِ إلى حاشِيَةٍ مُحيطيَّةٍ حَوالَيْهِ عَرْضُها حَوالَى ثَلاثَةِ سَنْتيمترات . اطْوِ الحاشِيَةَ عَلى الخَيْطِ في ٱلجَوانِبِ الأَربَعَةِ وثَبِّتْها بالصَّمْغِ .

اقْلِبِ الطيَّارةَ وارْبُطْ خَيْطَيْنِ حَولَ قِدَّةِ ٱلهَيْكَل ٱلطويلَة بِحَيْثُ يَمُرّانِ عَبْرَ الوَرَقِ (أَو القُماش) لِلْحُصولِ عَلى « المِقْوَد » . اربُطْ أَحَدَ الخَيطَينِ عَلى بُعدِ ثمانِيَةِ سَنْتيمترات من طَرَفِ ٱلقِدَّةِ الطويلة العُلويِّ والآخَرَ على بُعدِ حَوالَى ثلاثينَ سنتيمترًا من طَرَفِها السُّفْليِّ . صِلْ كُبَّةَ الخُيوطِ ٱلَّتي سَتَربُطُ الطيَّارة بِها إلى هذَيْنِ الخَيْطَيْنِ بَعْدَ تَقْديرِ المَيْلِ ٱلمُناسِبِ لِلطيَّارة . وأَخيرًا اصنَعِ الذَّنَبَ مِن قِطْعَةِ وَرَقٍ مَبرومَةٍ مربُوطَةٍ إلى خَيطٍ مُناسِبِ الطُّول .

اخْتَرْ لِتَطيير الطيَّارة وَقتًا تَكُونُ فيه ٱلريحُ مُطَّرِدَةً مُعتدِلَةَ الهُبُوب . اضبِطْ تَعديلَ المِقْوَدِ والذَّيْلِ بِاخْتِيارِ الطُّولِ المُناسِبِ لِكُلٍّ مِنْهُما . لِبَدْءِ تَطييرِ الطيَّارةِ اركُضْ (بِاتِّجاهٍ مُضادٍّ لِلرِّيح) وأَنتَ تُسَيِّبُ الخَيْطَ عَبْرَ أَصابِعِكَ شادًّا إيّاهُ بَيْنَ ٱلحِيْنِ وٱلآخَرِ لِتُساعِدَ ٱلطيَّارةَ عَلَى ٱلارتِفاعِ أَكثَرَ فأَكثَرَ .



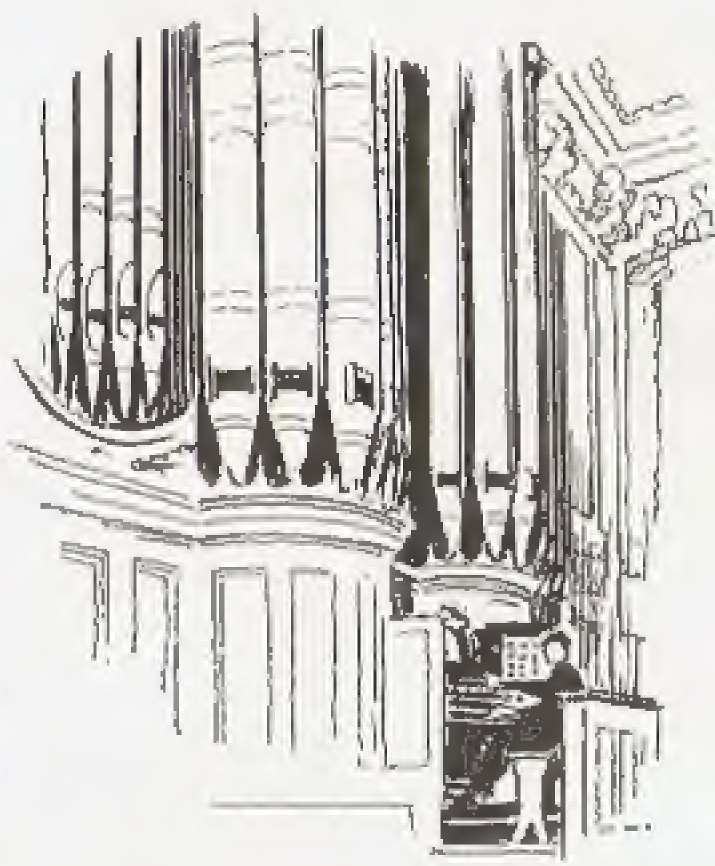


الهَواءُ والصَّوت

لَولَا وُجودُ الهَواءِ لَكانَت دُنْيانا صامِتَةً تَمامًا لا يُسْمَعُ فيها شَيءٌ، فَكُلُّ الأَصْواتِ تَنْتَقِلُ إلى آذانِنا عَبْرَ الهَواء. إنَّ كُلَّ الأَصواتِ تَحْصُل مِن اهتِزازاتٍ أَو ذَبْذَباتٍ؛ فعِنْدَما تَنْقُرُ وَتَرًا (أَو رِباطًا مَطّاطِيًّا) مَشْدُودًا يَهْتَزُّ الوَتَرُ فيهتَزُّ الهَواءُ، وتَنْتَقِلُ هَذهِ الاهتِزازاتُ إلى طَبْلَتَي أُذُنَيكَ فَتهتَزّانِ بدَوْرِهِما وبذلِكَ تَسْمَعُ الصَّوتَ النّاتِجَ عَنْ نَقْرِ الوَتَر.

والأَصواتُ على اختِلافِها تَنْتَقِلُ في الهَواءِ — سَواءٌ كانَتْ صَفيرًا مُجَلْجِلًا مِن سَفينَةٍ كَبيرةٍ أَو أَزيزًا خافِتًا مِن حَشَرةٍ صَغيرةٍ فَوْقَ الأَعْشاب. وكَذلِكَ تَعتَمِدُ الآلاتُ المُوسيقِيَّةُ على الاهتِزاز — سَواءٌ نَتَجَ الصوتُ المُوسيقِيُّ عَنْ أَوتارِ الكَمانِ المَشدودَةِ أَو عَنِ اهتِزازِ عَمُودِ الهَواءِ في أُنبوبِ الأُرْغُن. وعِنْدَما تَقْرَعُ طَبْلًا يُمكِنُكَ إحْساسُ الذَبْذَباتِ في رِقِّ الطَّبْل.

بإمْكانِكَ صُنْعُ عِدَّةِ أَشْكالٍ مِنَ الآلاتِ المُوسيقِيَّةِ مِن مَوادَّ تَتَوافَرُ في البيتِ مِثلِ البانْجو الظّاهِرِ في الرَّسْمِ المُقابِل. انْفُخ عَبْرَ فُوَّهَةِ قِنّينةٍ فارِغَةٍ لِتُصْدِرَ نَغمَةً مُوسيقِيَّةً ثُمَّ صُبَّ فيها قَليلًا مِنَ الماءِ وانْفُخ ثانِيَةً فتَحصُلَ عَلى نَغمَةٍ أَعلى حِدَّةً مِن الأُولى. أَضِفْ مَزيدًا مِن الماءِ وعاوِدِ النَّفخَ فتَحصُلَ على نَغمَةٍ أَعلى حِدَّةً مِنَ الثّانِيَة.



عِنْدما تَنْفُخُ عَبْرَ فُوَّهَةِ القِنّينَةِ فإنَّكَ تَجْعَلُ عَمُودَ الهَواءِ فيها يَهْتَزُّ؛ وعِنْدَما تُضيفُ قَليلًا مِن الماء يَقِلُّ الهَواءُ (أَي يَقْصُرُ عَمُودُ الهَواءِ) في القِنّينة فيَهْتَزُّ بِسُرعَةٍ أَكثَرَ ويُصْدِرُ نَغَمَةً أَعلى حِدَّةً. وكلَّما أَضَفْتَ مَزيدًا مِن الماءِ قَلَّ الهَواءُ في القِنّينةِ وزادَت سُرعةُ اهتِزازِ عَمُودِ الهَواءِ فيها وارتَفَعَتْ بِالتّالي حِدَّةُ النَّغَمَةِ الصّادِرةِ عَنِ النَّفْخ.



إليكَ قائمةٌ بالأشياءِ التي تلزَمُكَ لإجراءِ الاختبارات الواردةِ في هذا الكتاب ، ولَعلَّ مُعظمَها مُتوافرٌ لَديكَ حاليًّا .

شَمْعة

أُنبوب مطاطيّ

خُيوط رَفيعة وثخينة

فلّينة ومكبٌّ (بكَرَةٌ) خُيوط

قوارير (قَناني) ومَرْطَباناتٌ مُختلِفةُ الحُجوم

كُؤوس أو أكواب

طاسٌ كَبير أو سَطْل

قِطَعٌ من الخَشب وشَرائح الخَشَب

قِمْعٌ صَغير

شَريطٌ لاصِقٌ وصَمْغ



طِينٌ لدائني (بلاستيسين)

بالُون

عُلَب مَعْدنيّة صَغيرة

صَفائحُ قَصدير

مِنْفاخٌ (مِضَخّةٌ) دَرّاجة وَصِمامُ ضَبْط

كُرةُ لَعِب أو الغلاف الداخلي لِكُرةِ قَدَم

قَصَباتُ غابٍ أو قُضبانُ خَيْزران

قَشّاتُ شُرْب

وَرَقُ زُجاج

مِنْديلٌ كَبير

طابَتا تِنِس

وَرَقٌ صَقيلٌ مَتين

مَسامير

دَبابيس

سِلْسِلَةُ « العُلوم المُبَسَّطَة »

Series 621 / Arabic